



**Faculdade de Ciências Sociais  
Departamento de Ciências da Educação  
Doutoramento em Ciências da Educação – Especialidade de Inovação Pedagógica**

**Cícero Roberto Salustriano do Nascimento**

**Educação em Astronomia e Inovação Pedagógica:  
Desafios e Possibilidades**

**Tese de Doutoramento**

**FUNCHAL – 2018**

**Cícero Roberto Salustriano do Nascimento**

**Educação em Astronomia e Inovação Pedagógica:  
Desafios e Possibilidades**

Tese apresentada ao Conselho Científico do Centro de Competência de Ciências Sociais da Universidade da Madeira, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências da Educação.

Orientadores: Professor Doutor Carlos Manuel Nogueira Fino

Professora Doutora Maria Isabel Nascimento Ledes

**FUNCHAL – 2018**

*Àqueles suficientemente ousados  
para pôr em práticas seus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Várias pessoas contribuíram, cada uma de sua maneira, para a realização deste trabalho. Para algumas, de forma especial, expresso aqui meus agradecimentos.

Aos meus orientadores, Professor Doutor Carlos Manuel Nogueira Fino e Professora Doutora Maria Isabel Nascimento Ledes, pelo acompanhamento, esclarecimentos e orientações durante todo o processo investigativo.

Aos membros do Clube de Astronomia Vega, pela colaboração.

À minha mãe, Quitéria, por ter me ensinado, desde a mais tenra idade que nunca devemos desistir de nossos sonhos, por mais que pareçam difíceis de realizar.

Por fim, agradeço à Universidade da Madeira, pelo acolhimento.

## RESUMO

Este estudo se propôs a investigar e analisar as práticas pedagógicas desenvolvidas pelos participantes do Clube de Astronomia Vega, localizado no município de Pesqueira, estado de Pernambuco, Brasil. Em termos de organização, encontra-se dividido em duas partes e cinco capítulos. A primeira parte, que corresponde ao enquadramento teórico, divide-se em três capítulos, discutindo astronomia, educação em astronomia, inovação pedagógica e aprendizagem. A segunda parte, que representa o estudo empírico, está constituída por dois capítulos, abordando a metodologia e apresentando a análise e interpretação dos dados, além da discussão dos resultados. Para alcançar os objetivos propostos foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa substanciada pela etnografia. Seguindo os princípios teórico-metodológicos adotados, coletamos dados *in loco* por um período de doze meses, de maio de 2017 a abril de 2018, utilizando como instrumentos de coleta a observação participante com notas em diário de campo, as entrevistas etnográficas com gravação em áudio e a recolha de documentos, atentando para toda e qualquer informação que se mostrasse significativa em relação às práticas pedagógicas observadas. Ademais, por meio da opção metodológica empregada tornou-se possível o entendimento do contexto investigado, na medida em que esta abordagem nos possibilitou adentrar no cotidiano dos pesquisados e explorar a realidade cultural investigada a partir de um olhar de dentro. A análise e interpretação dos dados aconteceram de forma indutiva, originando indicadores que formaram categorias que se configuraram como a base de informações na busca por responder às questões iniciais da investigação. Nesse processo constatamos que práticas pedagógicas que possibilitem a criação de ambientes de aprendizagem em detrimento aos ambientes de ensino são potenciadoras de inovação, ao passo que causam ruptura no paradigma tradicional de educação e abrem caminho à produção real e significativa de conhecimento.

**Palavras-chave:** Inovação Pedagógica; Astronomia; Educação; Aprendizagem; Etnografia.

## ABSTRACT

This study aims to investigate and analyze the pedagogical practices developed by participants of the Vega Astronomy Club, located in the municipality of Pesqueira, state of Pernambuco, Brazil. In terms of organization, it is divided into two parts and five chapters. The first part, which corresponds to the theoretical foundation, is divided into three chapters, discussing astronomy, astronomy education, pedagogical innovation and learning. The second part, which represents the empirical study, consists of two chapters, addressing the methodology and presenting the analysis and interpretation of the data, besides the discussion of the results. To achieve the proposed objectives, we developed a qualitative research substantiated by ethnography. Following the theoretical-methodological principles adopted, we collected data *in loco* for a period of twelve months, from May 2017 to April 2018, using as instruments of collection the participant observation with notes in field diary, ethnographic interviews with audio recording and the collection of documents, taking into account any information that would be significant in relation to the pedagogical practices observed. In addition, through the methodological option employed, it became possible to understand the context investigated, insofar as this approach allowed us to enter the daily life of the researched ones and to explore the cultural reality investigated from an inside look. The analysis and interpretation of the data happened in an inductive way, originating indicators that formed categories that were configured as the information base in the search for answering the initial research questions. In this process we find that pedagogical practices that allow the creation of learning environments to the detriment of teaching environments are potentiators of innovation, while causing rupture in the traditional paradigm of education and open the way to real and meaningful production of knowledge.

**Keywords:** Pedagogical Innovation; Astronomy; Education; Learning; Ethnography.

## RÉSUMÉ

Cette étude visait à enquêter et analyser les pratiques pédagogiques développées par les participants du Club d'Astronomie Vega, situé dans la municipalité de Pesqueira, État de Pernambuco, au Brésil. En termes d'organisation, il est divisé en deux parties et cinq chapitres. La première partie, qui correspond à la base théorique, est divisée en trois chapitres, traitant de l'astronomie, l'éducation en astronomie, de l'innovation pédagogique et de l'apprentissage. La deuxième partie, qui représente l'étude empirique, se compose de deux chapitres, traitant de la méthodologie et présentant l'analyse et l'interprétation des données, en plus de la discussion des résultats. Pour atteindre les objectifs proposés, une recherche qualitative étayée par l'ethnographie a été développée. En suivant les principes théoriques et méthodologiques adoptés, nous avons recueilli des données *in loco* por une période de douze mois de mai 2017 à avril 2018, en utilisant comme instruments de collecte l'observation participante avec des notes dans un carnet de terrain, des interviews ethnographiques avec enregistrement audio et la collecte de documents, dans la recherche de toute information significative par rapport aux pratiques pédagogiques observées. De plus, grâce à l'option méthodologique employée, il est devenu possible de comprendre le contexte étudié, dans la mesure où cette approche nous a permis d'entrer dans la vie quotidienne des chercheurs et d'explorer la réalité culturelle étudiée de l'intérieur. L'analyse et l'interprétation des données se sont déroulées de manière inductive, en créant des indicateurs qui ont formé des catégories qui ont été configurées comme base d'information dans la recherche de réponses aux questions de recherche initiales. Dans ce processus nous constatons que les pratiques pédagogiques qui permettent la création d'environnements d'apprentissage au détriment des environnements d'enseignement sont des potentialisateurs de l'innovation, parce qu'ils peuvent causer une rupture du paradigme traditionnel de l'éducation et ouvrir la voie à une production réelle et significative des connaissances.

**Mots-clés:** Innovation Pédagogique; Astronomie; Éducation; Apprentissage; Ethnographie.

## RESUMEN

Este estudio se propuso investigar y analizar las prácticas pedagógicas desarrolladas por los participantes del Club de Astronomía Vega, ubicado en el municipio de Pesqueira, estado de Pernambuco, Brasil. En términos de organización, se encuentra dividido en dos partes y cinco capítulos. La primera parte, que corresponde al encuadramiento teórico, se divide en tres capítulos, discutiendo astronomía, educación en astronomía, innovación pedagógica y aprendizaje. La segunda parte, que representa el estudio empírico, está constituida por dos capítulos, abordando la metodología y presentando el análisis e interpretación de los datos, además de la discusión de los resultados. Para alcanzar los objetivos propuestos se desarrolló una investigación cualitativa sustanciada por la etnografía. Siguiendo los principios teórico-metodológicos adoptados, recolectamos datos *in loco* por un período de doce meses, de mayo de 2017 a abril de 2018, utilizando como instrumentos de recolección la observación participante con notas en diario de campo, las entrevistas etnográficas con grabación en audio y la recogida de documentos, atentando para toda y cualquier información que se mostrase significativa en relación a las prácticas pedagógicas observadas. Además, por medio de la opción metodológica empleada se hizo posible el entendimiento del contexto investigado, en la medida en que este abordaje nos permitió adentrar en el cotidiano de los encuestados y explorar la realidad cultural investigada a partir de una mirada desde dentro. El análisis e interpretación de los datos ocurrió de forma inductiva, originando indicadores que formaron categorías que se configuraron como la base de informaciones en la búsqueda de responder a las cuestiones iniciales de la investigación. En este proceso constatamos que prácticas pedagógicas que posibiliten la creación de ambientes de aprendizaje en detrimento de los ambientes de enseñanza son potenciadoras de innovación, mientras que causan ruptura en el paradigma tradicional de educación y abren camino a la producción real y significativa de conocimiento.

**Palabras clave:** Innovación Pedagógica; Astronomía; Educación; Aprendizaje; Etnografía.



## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT .....	v
RÉSUMÉ.....	vi
RESUMEN .....	vii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	xiii
INTRODUÇÃO.....	1
PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	7
CAPÍTULO 1 – UM CAMINHAR HISTÓRICO PELA ASTRONOMIA .....	8
1.1. Da astronomia megalítica à ascensão na Mesopotâmia .....	10
1.2. Astronomia grega: do alvorecer em Mileto ao apogeu em Alexandria .....	15
1.2.1. Os pré-socráticos: o nascimento da cosmologia científica .....	16
1.2.2. Entre o Universo de formas perfeitas de Platão e a dinâmica celeste de Aristóteles .....	20
1.2.3. As primeiras teorias heliocêntricas .....	23
1.2.4. Astronomia ptolomaica.....	26
1.3. Astronomia na Idade Média: um eclipse de mil anos?.....	28
1.4. A astronomia na época de Copérnico .....	33
1.5. A Revolução Copernicana: a astronomia quebrando paradigmas .....	36
1.6. Aceitação e difusão do heliocentrismo .....	41
1.7. A grande virada: do geocentrismo ao heliocentrismo .....	45
1.8. Consolidação e expansão do heliocentrismo: das leis de Newton às cosmogonias modernas .....	49
1.9. A cosmologia relativista: uma nova ruptura paradigmática na astronomia .....	55
1.10. Astronomia no Brasil.....	59
Sumário do capítulo .....	63
CAPÍTULO 2 – EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA.....	69
2.1. As observações do céu e a transmissão de conhecimentos astronômicos nas civilizações antigas .....	71

2.2. O ressurgimento da educação em astronomia: das primeiras universidades à invenção do currículo .....	73
2.3. A criação da escola pública moderna e a educação em astronomia .....	78
2.4. A educação em astronomia na era da escola pública de massa: um panorama mundial...	83
2.5. Uma dimensão particular: a educação em astronomia no Brasil.....	86
2.5.1. Do descobrimento ao Império .....	86
2.5.2. A educação em astronomia no Brasil do século XX .....	89
2.5.3. A astronomia e o sistema educacional brasileiro na atualidade .....	92
2.5.4. Educação em astronomia em ambientes não formais.....	96
2.5.4.1. O Clube de Astronomia Vega .....	102
2.6. Razões para uma educação em astronomia.....	104
Sumário do capítulo.....	109
 <b>CAPÍTULO 3 – INOVAÇÃO PEDAGÓGICA, TIC E APRENDIZAGEM</b>	
<b>SIGNIFICATIVA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA.....</b>	<b>111</b>
3.1. Uma escola em crise e a urgência de mudança .....	113
3.2. Inovação pedagógica enquanto ruptura paradigmática: um caminho à mudança.....	119
3.3. Falando de Aprendizagem .....	128
3.3.1. Teorias clássicas da aprendizagem .....	128
3.3.2. Aprendizagem significativa .....	130
3.3.2.1. Aprendizagem significativa num contexto de inovação pedagógica .....	135
3.3.3. Vygotsky e a teoria histórico-cultural da atividade.....	139
3.3.4. Do construtivismo ao construcionismo .....	144
3.3.4.1. TIC e inovação pedagógica: a educação na era tecnológica.....	148
3.3.5. Aprendizagem colaborativa .....	155
3.3.6. Conectivismo: a aprendizagem em um mundo digital .....	160
3.4. Clube de Astronomia como ambiente de aprendizagem emergente à luz da inovação pedagógica .....	163
Sumário do capítulo.....	168
<b>PARTE II – ESTUDO EMPÍRICO .....</b>	<b>170</b>
<b>CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>171</b>
4.1. Contextualização da investigação .....	173
4.1.1. Definição do problema, questões e objetivos da investigação .....	173

4.1.2. Justificativa da investigação .....	175
4.1.3. <i>Locus</i> do estudo .....	177
4.1.4. Participantes .....	179
4.1.5. Acesso ao campo de investigação.....	179
4.2. Opções metodológicas.....	182
4.2.1. Uma pesquisa qualitativa.....	183
4.2.2. A etnografia como caminho.....	188
4.3. O papel do investigador numa pesquisa etnográfica.....	199
4.4. A ética .....	203
4.5. Instrumentos de coleta de dados .....	206
4.5.1. Observação participante .....	206
4.5.1.1. Diário de campo .....	210
4.5.2. Entrevista etnográfica.....	213
4.5.2.1. Registro em áudio e transcrições das entrevistas/conversas .....	218
4.5.3. Análise documental .....	220
4.6. Validação dos dados e a credibilidade do processo investigativo .....	223
Sumário do capítulo.....	226
<b>CAPÍTULO 5 – ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS (RESPONDENDO ÀS QUESTÕES).....</b>	<b>228</b>
5.1. Análise dos dados.....	229
5.2. Categorização .....	239
5.2.1. Categoria 1: Motivação .....	247
5.2.2. Categoria 2: Ambiente.....	249
5.2.3. Categoria 3: Cooperação .....	252
5.2.4. Categoria 4: Dinamismo .....	255
5.2.5. Categoria 5: Autonomia.....	259
5.2.6. Categoria 6: Interações sociais .....	262
5.2.7. Categoria 7: Socialização do conhecimento .....	265
5.2.8. Categoria 8: Inovação pedagógica .....	268
5.2.9. Categoria 9: Aprendizagem .....	269
5.3. Respostas às questões tendo em vista a descrição de uma cultura .....	273
5.3.1. Resposta à questão 1: Que atividades são desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega? .....	274

5.3.2. Resposta à questão 2: Quem são e quais os interesses dos atores envolvidos nas atividades realizadas no Clube?.....	283
5.3.3. Resposta à questão 3: Diante das práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia, como se dá a construção do conhecimento?.....	290
5.3.4. Resposta à questão 4: Como é que diferentes configurações entre orientador e aprendizes perspectivam uma ruptura paradigmática?.....	299
5.3.5. Resposta à questão 5: Em que medida o ambiente pesquisado origina práticas pedagógicas inovadoras?.....	307
5.3.6. Resposta à questão 6: A educação em astronomia contribui para uma aprendizagem que se faça significativa para os aprendizes?.....	314
Sumário do capítulo.....	319
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	321
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	327
ÍNDICE DO CONTEÚDO EM CD .....	354

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### QUADROS

<b>QUADRO 1:</b> Síntese dos principais acontecimentos na astronomia, relacionando-os aos envolvidos e épocas.....	63
<b>QUADRO 2:</b> Caracterização da modernidade e da pós-modernidade a partir dos níveis de análise de Hargreaves (1998).....	114
<b>QUADRO 3:</b> Comparação entre fatores da aprendizagem via ensino tradicional e coaprendizagem (adaptado de Okada, 2013).....	165
<b>QUADRO 4:</b> Construção das categorias de análise a partir dos indicadores emergentes.....	244

### FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Mapa conceitual para aprendizagem significativa (adaptado de Moreira, 2002).....	132
<b>FIGURA 2:</b> Aprendizagem em astronomia como produto da integração entre sociedade, ciência e tecnologia e tendo como foco principal o aprendiz.....	167
<b>FIGURA 3:</b> Processo de análise dos dados.....	234
<b>FIGURA 4:</b> Triangulação dos dados da pesquisa.....	237
<b>FIGURA 5:</b> Fatores conducentes à aprendizagem no contexto do Clube de Astronomia Vega.....	270
<b>FIGURA 6:</b> Relação aprendiz-orientador-conhecimento.....	296
<b>FIGURA 7:</b> Ambientação do Clube de Astronomia Vega a partir dos fatores que o constitui.....	308
<b>FIGURA 8:</b> Relação entre as atividades desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega, práticas pedagógicas inovadoras e aprendizagem significativa.....	318

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**A1** – Aprendiz 1

**A2** – Aprendiz 2

**A3** – Aprendiz 3

**A4** – Aprendiz 4

**A5** – Aprendiz 5

**A6** – Aprendiz 6

**A7** – Aprendiz 7

**A8** – Aprendiz 8

**AAAS** – *American Association for the Advanced of Science* (Associação Americana para o Avanço da Ciência)

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**ABP** – Associação Brasileira de Planetários

**CAI** – *Computer Aided Instruction* (Instrução Auxiliada pelo Computador)

**CCD** – *Charge-Coupled Devise* (Dispositivo de carga acoplada)

**CERN** – *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire* (Organização Europeia de Pesquisas Nucleares)

**CSCL** – *Computer-Supported Cooperative Learning* (Aprendizagem colaborativa assistida por computador)

**EUA** – Estados Unidos da América

**GPS** – *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

**IAG-USP** – Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo

**IFPE** – Instituto Federal de Pernambuco

**INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

**ISS** – *International Space Station* (Estação Espacial Internacional)

**LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação

**LNA** – Laboratório Nacional de Astrofísica

**M.I.T.** – *Massachusetts Institute of Technology* (Instituto de Tecnologia de Massachusetts)

**NASA** – *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço – Agência Espacial Americana)

**O** – Orientador do Clube de Astronomia Vega

**OBA** – Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

**ON** – Observatório Nacional

**PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais

**PCN+** – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

**PNA** – Plano Nacional de Astronomia

**SAI** – *Società Astronomica Italiana* (Sociedade Astronômica Italiana)

**SNCT** – Semana Nacional de Ciência e Tecnologia

**STAR** – *Science Teaching through its Astronomical Roots* (Ensino de ciências através de suas raízes astronômicas)

**TIC** – Tecnologias da Informação e Comunicação

**UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro

**UNAM** – Universidade Nacional do México

**UNESCO** – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura)

**URSS** – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (União Soviética)

**ZDP** – Zona de Desenvolvimento Proximal

## INTRODUÇÃO

A observação do céu é um ato inerente à espécie humana. Os primeiros humanos já contemplavam, por vezes admirados e por outras amedrontados, os fenômenos celestes. Aos poucos, os nossos ancestrais começaram a fazer uso dessas informações em seu cotidiano, marcando o tempo em unidades associadas aos ciclos solares (dia e noite), ciclos lunares (meses) e estações (ano), criando, assim, os primeiros calendários. A utilização desses conhecimentos desde os primórdios da humanidade faz da astronomia uma das ciências mais antigas do mundo (VERDET, 1991; HOBBS, 2000; KRUPP, 2003; RUGGLES, 2005).

Assim, durante séculos e por diferentes civilizações, os conhecimentos astronômicos foram sendo passados e aperfeiçoados ao ritmo da evolução humana. Desde os primeiros calendários megalíticos (cerca de 50 mil anos atrás), mesopotâmicos e egípcios (por volta do terceiro milênio a. C.), passando por Tales e a escola de Mileto (século VI a. C.), pela busca da harmonização matemática de Pitágoras (século V a. C.), pelo Universo de duas esferas de Aristóteles, pelas esferas homocêntricas de Eudóxio e pela dinâmica celeste de Platão (século IV a. C.), pelas ideias inortodoxas atomistas de Leucipo e Demócrito (século V a. C.), das hipóteses heliocêntricas de Aristarco de Samos (século III a. C.), chegou-se ao geocentrismo de Ptolomeu (século II a. C.) (DREYER, 1953; EVANS, 1998; KUHN, 1995; SCHIAPARELLI, 2010b; CAPOZZOLI, 2011; HEARTH, 2013).

Depois de Ptolomeu (c. 90 – c. 168 d. C.), o último grande astrônomo da antiguidade clássica, a astronomia sofreu uma estagnação, primeiramente em consequência do descaso dado pelo Império Romano às ciências e depois graças ao pesado controle dos dogmas religiosos impostos pela Igreja Católica. Sendo assim, por quase quinze séculos, o pensamento astronômico europeu ficou restrito e condicionado pelo paradigma aristotélico-ptolomaico ou geocentrismo (GRANT, 1974; CROMBIE, 1890; KUHN, 1995; KOYRÉ, 2011b).

Somente a partir do final do século XV, quando os ventos renascentistas começaram a soprar na Europa, que o paradigma geocentrista da astronomia começou a ser



questionado, em especial quando da publicação, em 1543, da obra *De Revolutionibus Orbium Caelestium*, de Nicolau Copérnico, que retirava da Terra a condição de centro do Universo. O trabalho de Copérnico edificou as bases para o surgimento de um novo paradigma na astronomia: o heliocentrismo (VERDET, 1991; COUPER & HENBERST, 2009).

No entanto, as ideias copernicanas não foram aceitas com facilidade, pelo contrário, foram fortemente atacadas por grande parte da comunidade científica da época, muito atrelada ao velho paradigma geocêntrico e aos dogmas religiosos. Como Copérnico morreu no mesmo ano em que sua teoria foi publicada (1543) coube, portanto, aos seus sucessores – principalmente Johannes Kepler com as leis dos movimentos dos planetas, Galileu Galilei com suas observações telescópicas e Isaac Newton com a lei da gravitação universal e as leis dos movimentos (séculos XVII e XVIII) – completar a revolução que ele iniciara (RUSSEL, 1964; STEPHENSON, 1985; KOYRÉ, 1992; KUHN, 1995; MOURÃO, 2003b).

Após a consolidação do heliocentrismo, a astronomia só voltaria a sentir ventos fortes de revolução no início do século XX quando, em 1915, Albert Einstein formulou a Teoria da Relatividade Geral que se constituiria como a base para um novo paradigma na astronomia: a Teoria Relativista, que, nas décadas seguintes, viria a receber contribuições, como da lei do Universo em expansão de Edwin Hubble (1929) e da teoria do Big Bang proposta por George Gamow (1948), constituindo-se, até os nossos dias, como a teoria mais aceita para explicar a complexidade do Universo (PAIS, 1982; MARTINS, 1994; KANIPE, 1995).

Ao fazer parte da vida dos seres humanos desde o início de sua trajetória no planeta Terra a astronomia testemunhou a evolução da cultura humana e as mudanças na maneira como se produzia, se aprendia e se transmitia informações. Nos períodos mais primitivos, os conhecimentos astronômicos eram passados oralmente de geração em geração. Por volta do ano 3000 a. C., com a invenção da escrita na Mesopotâmia, mudou-se a forma como a humanidade lidava com o conhecimento, pois, a partir de então, as informações puderam ser armazenadas para consultas posteriores. Alguns séculos depois, quando no apogeu da civilização grega (séculos VI e V a. C.), foi criado o primeiro modelo de escola enquanto local de estudo e que serviu de base para os sistemas educacionais ocidentais que se seguiram, a astronomia tinha lugar de destaque

(HOOKER, 1993; MARTINS, 1994; DURKHEIM, 1995; MANCORDA, 2002; ARANHA, 2006).

Infelizmente, todo o avanço alcançado na educação em astronomia pelos gregos foi perdido nos obscuros séculos da Alta Idade Média. Esse cenário só começou a mudar, embora lentamente, por volta do século XII, com a criação das primeiras universidades na Europa, onde a astronomia voltou a ser discutida enquanto ciência, embora muito limitada pelos dogmas religiosos (NUNES, 1979; CROMBIE, 1980; KOYRÉ, 2011b).

Nos convulsivos séculos XV e XVI, ao mesmo tempo em que a sociedade europeia era agitada pela Renascença, Grandes Navegações e Reforma Protestante, a educação se organizava em torno do recém-inventado currículo (SOUSA & FINO, 2014) e alguns paradigmas começavam a ser contestados. No caso da astronomia, impulsionada pela Revolução Copernicana, o geocentrismo (paradigma que regeu essa ciência por quase quinze séculos), começou a ser substituído pelo heliocentrismo (KUHN, 1995; VEIGANETO, 1997).

A visibilidade proporcionada pela Revolução Copernicana e pela inclusão nos currículos universitários, juntamente com as novas descobertas na área, fizeram com que a astronomia evoluísse e amadurecesse enquanto ciência, aproximando-a cada vez mais do cotidiano das pessoas e trazendo-lhe de volta um pouco dos áureos tempos.

Apesar disso, com a criação da escola pública de massa no século XIX, a astronomia sofreu novo golpe, uma vez que esse modelo de escola, concebido para satisfazer os interesses da sociedade industrial emergente, visava formar trabalhadores para as fábricas (TOFFLER, 1973; SOUSA & FINO, 2001), e nesse contexto, a astronomia, por não despertar interesse prático, perdeu espaço, voltando a despertar algum interesse para o sistema educacional a partir da década de 1950, como consequência da corrida espacial entre Estados Unidos e União Soviética (HOFF, 1990; LANGHI, 2009).

A retomada do interesse pela astronomia na segunda metade do século XX coincide com um período de mudanças sociais, provocadas pela transição da sociedade industrial para uma sociedade do conhecimento, caracterizada pelo aumento do uso da tecnologia e maior acesso à informação (TOFFLER, 1980; HARGREAVES, 1998).

Nesse universo de transição, as escolas não acompanharam as mudanças sociais, mantendo-se como instituições modernas em um mundo pós-moderno e insistindo em continuar propagando um modelo (paradigma fabril de educação) que não mais atende aos interesses do mundo contemporâneo (HARGREAVES, 1998; SOUSA & FINO, 2001), tornando necessária e urgente uma ruptura paradigmática (KUHN, 1996). Nesse cenário, a inovação pedagógica, enquanto ruptura paradigmática, apresenta-se como alternativa à mudança (FINO, 2008a).

Tendo em mente essas conjecturas, este estudo, desenvolvido em um ambiente não formal de educação – Clube de Astronomia Vega –, localizado na cidade de Pesqueira, estado de Pernambuco – Brasil, e que teve como objetivo principal “analisar, à luz da inovação pedagógica, enquanto ruptura paradigmática, as práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega”, buscou entender e retratar as dinâmicas pedagógicas presentes neste ambiente em particular.

Para alcançar este objetivo a metodologia escolhida foi uma pesquisa qualitativa substantiada pela etnografia, especialmente pela etnografia da escola, nos termos propostos por Lapassade (1992). Por meio dessa opção metodológica foi possível o entendimento do fenômeno investigado, na medida em que permitiu a este pesquisador adentrar no cotidiano dos pesquisados e ter um olhar de dentro (LAPASSADE, 1992; ANDRÉ, 1997; SOUSA, 2000a; WOODS, 2005; FINO, 2008b).

Durante a nossa estadia no campo de investigação, que durou doze meses – de maio de 2017 a abril de 2018 – coletamos dados por meio da observação participante com notas em diário de campo, de entrevistas/conversas etnográficas com gravação em áudio e recolhemos documentos. O processo de análise dos dados aconteceu de forma indutiva e interpretativa, originando categorias e subcategorias, na busca por responder às questões iniciais da investigação (SPRADLEY, 1979; BOGDAN & BIKLEN, 1982; ADLER & ADLER, 1987; LAPASSADE, 1991, 1992, 2005; MACEDO, 2010; SOUSA, 2004; ANDRÉ, 2012; LÜDKE & ANDRÉ, 2013).

Em termos de organização, este trabalho encontra-se dividido em duas partes e cinco capítulos, sendo a primeira parte – o Enquadramento Teórico – composta por três capítulos e a segunda – o Estudo Empírico – constituída por dois.

O Capítulo 1, **“Um caminhar histórico pela astronomia”**, apresenta a astronomia desde os primórdios, quando não passava de observações curiosas e temerosas do céu, destacando o desenvolvimento alcançado por esta ciência ao longo do tempo. Neste caminhar, destacamos o nascimento da cosmologia científica na Grécia e como este paradigma dominou o pensamento astronômico ocidental por mais de dois mil anos até ser abalado, a partir do século XVI, pela Revolução Copernicana que retirou a Terra do centro do Universo. Continuando a caminhar, presenciamos a consolidação do heliocentrismo até chegar à Teoria Relativista, que rege a astronomia nos tempos atuais.

O Capítulo 2, **“Educação em astronomia”**, percorre o caminho do conhecimento astronômico desde as civilizações mais antigas, passando pela consolidação da astronomia como ciência e seu papel nas primeiras escolas surgidas na Grécia. Ainda neste capítulo podemos entender como e porque se deu a exclusão desta ciência no período medieval, presenciar o seu renascimento juntamente à criação das primeiras universidades na Europa e entender porque foi relegada a coadjuvante quando da criação da escola pública de massa no auge da Revolução Industrial. Por fim, retratamos a situação da astronomia nos sistemas educacionais no mundo e no Brasil na atualidade.

O Capítulo 3, **“Inovação pedagógica, TIC e aprendizagem significativa no âmbito da educação em astronomia”**, trata da crise paradigmática enfrentada pelos sistemas educacionais modernos na atualidade como consequência da falência desse modelo fabril de escola, destacando a necessidade de mudança. Apresenta a inovação pedagógica como caminho à ruptura paradigmática na medida em que possibilita a criação de ambientes de aprendizagem em contraposição aos comuns ambientes de ensino. Ademais, considerando a aprendizagem o foco principal do processo educativo, discutimos as principais ideias apresentadas nas teorias da aprendizagem, das primeiras às mais recentes. Por fim, destacamos o Clube de Astronomia Vega enquanto ambiente de aprendizagem emergente.

O Capítulo 4, **“Metodologia da investigação”**, detalha o contexto e os participantes do estudo, a definição do problema, os objetivos e as questões da investigação, bem como apresenta a fundamentação teórico-metodológica, que se configurou como pesquisa qualitativa, substanciada pela etnografia e tendo como instrumentos de coleta de dados a observação participante, a entrevista enográfica e recolha de documentos.

O Capítulo 5, **“Análise, interpretação dos dados e discussão dos resultados (respondendo às questões)”**, descreve o processo de análise e interpretação dos dados empíricos, assim como discute os resultados alcançados e triangulados, tendo como ponto de partida os objetivos e as questões levantadas no início da investigação e tendo em vista a natureza etnográfica desta pesquisa.

Para finalizar, apresentamos algumas conclusões resultantes da análise e interpretação dos dados e nutridas pela vivência deste investigador no contexto estudado e apontamos algumas sugestões que podem vir a nortear futuras investigações em astronomia e em educação.

## **PARTE I – ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

## CAPÍTULO 1 – UM CAMINHAR HISTÓRICO PELA ASTRONOMIA

A astronomia acompanha a humanidade desde seus primórdios, firmando-se como uma das ciências mais antigas do mundo. Os seres humanos mais primitivos já usavam conhecimentos astronômicos para determinar o ciclo dos dias e noites, marcarem as estações do ano, se guiarem pelas estrelas e criarem os primeiros calendários que possibilitaram a marcação do tempo em unidades determinadas (VERDET, 1991; HOBBS, 2000; KRUPP, 2003; RUGGLES, 2005).

De simples observações guiadas puramente por necessidades práticas, o interesse pelo céu aos poucos começou a ser visto como uma ciência com base teórica e ligada à matemática. Os mesopotâmicos foram os primeiros povos a darem uma base científica à astronomia (CAPOZZOLI, 2011).

No entanto, se foram os mesopotâmicos os pioneiros a tratar a astronomia como ciência cabe aos gregos o mérito de desvinculá-la definitivamente de suas amarras mitológicas. Na Grécia ganhou *status* de cosmologia científica. Desde seu alvorecer com Tales na Escola de Mileto no século VI a. C. até o seu esplendor com a publicação do *Almagesto* de Ptolomeu no século II de nossa era, os gregos revolucionaram a astronomia (EVANS, 1998).

No transcorrer dos quase oito séculos de intensa atividade filosófica e científica que separam Tales de Ptolomeu, a Grécia foi palco do surgimento de várias teorias astronômicas. Algumas mais tradicionais, como a busca da harmonização matemática por Pitágoras, o Universo de duas esferas de Aristóteles, as esferas homocêntricas de Eudóxio, a dinâmica celeste de Platão e o geocentrismo de Ptolomeu; e outras bem menos ortodoxas como o atomismo de Leucipo e Demócrito e as ideias heliocêntricas de Aristarco de Samos (DREYER, 1953; KUHN, 1995; EVANS, 1998; SCHIAPARELLI, 2010b; HEARTH, 2013).

Ptolomeu foi o último dos grandes astrônomos da antiguidade clássica, antes da cultura grega ter sido absorvida pelos romanos, que pouco apreço dava às atividades científicas. Com o fim do Império Romano, a Igreja Católica se aproveitando do vácuo de poder,

consolidou sua autoridade intelectual e espiritual sobre a Europa e a astronomia, que já vinha em declínio, acelera sua degradação (CROMBIE, 1980).

Sob o rígido controle dos dogmas religiosos do cristianismo as atividades científicas foram quase que totalmente suprimidas até o século X, quando, lentamente, por meio da expansão mulçumana e o avanço do pensamento escolástico, os europeus voltaram a ter contato com as obras clássicas (GRANT, 1974; KOYRÉ, 2011b).

Assim, durante todo o período que corresponde à Idade Média o conhecimento astronômico europeu se encontrava dominado pelo pensamento escolástico e regido pelo paradigma aristotélico-ptolomaico (KUHN, 1995). Isso se deu até finais do século XV, quando a Europa começou a passar por um período de convulsão intelectual e científica impulsionada, entre outras coisas, pelo Renascimento, pelas Grandes Navegações e pela Reforma Protestante.

Foi nesse cenário que Copérnico produziu o seu *De Revolutionibus Orbium Caelestium* o qual, ao admitir a centralidade do Sol e colocar a Terra esférica como apenas um dos planetas girando ao redor do Sol e de si mesma, criaria as condições necessárias para abalar os pilares do velho paradigma astronômico e fincar as fundações para a edificação de um novo paradigma na astronomia (VERDET, 1991; COUPER & HENBEST, 2009).

1543, ano da publicação do *De Revolutionibus* também é o ano da morte de Copérnico. Portanto, coube a seus sucessores completar a revolução. Kepler foi responsável por difundir o heliocentrismo, ao formular as leis que resolveram os problemas dos movimentos aparentes dos planetas (RUSSEL, 1964; STEPHENSON, 1985; MOURÃO, 2003b); Galileu, com suas observações telescópicas, popularizou as ideias copernicanas para além dos meios científicos (KOYRÉ, 1992; KUHN, 1995); e Newton, ao formular a teoria da Gravitação Universal e as leis do movimento, consolidou definitivamente o heliocentrismo (VERDET, 1991).

Assim, quando Newton morreu em 1727, o Universo aristotélico já havia sido substituído por uma nova mundividência mais coerente e global. Seus sucessores se debruçaram na tentativa de descobrir as leis físicas que faltavam para explicar o que Newton não explicara: a origem do Universo e do Sistema Solar. Sendo assim, os



séculos XVIII e XIX foram marcados pela apresentação de várias propostas cosmogônicas.

Descartes foi o primeiro a criar, ainda no século XVII, um modelo de cosmogonia científica. No século seguinte surgiram outras propostas cosmogônicas edificadas por Buffon, Kant e Laplace (VERDET, 1991; MARTINS, 1994; FARIA, 2009).

Essas discussões em torno da formação do Universo e do Sistema Solar prepararam o terreno para a formulação da Teoria da Relatividade Geral em 1915, a qual desencadeou um processo que culminaria com a criação de um novo modelo cosmológico – a Cosmologia Relativista.

A Teoria da Relatividade Geral apresentada por Einstein constitui a base da cosmologia relativista (PAIS, 1982), que, mais adiante recebeu as contribuições da lei de Universo em expansão de Hubble e da teoria do Big Bang proposta por Gamow (KANIBE, 1995).

O raiar do século XXI trouxe consigo avanços significativos em conceitos-chaves da cosmologia relativista e em novas áreas da física – principalmente quântica, nuclear e de partículas –, bem como novas descobertas e questionamentos. Diante disso, eis aqui um convite audacioso: caminharmos juntos pela história da astronomia desde sua origem primitiva até os dias atuais.

### **1.1. Da astronomia megalítica à ascensão na Mesopotâmia**

Geralmente, as pessoas das culturas do passado tentavam entender o Cosmos – do mundo ao redor delas – desenhando ligações entre as coisas; coisas no céu, coisas na paisagem a seu redor e coisas sociais também – tudo misturado.

Clive Ruggles

A origem da astronomia se confunde com a própria origem da civilização humana. Desde que desenvolveu a capacidade de registrar suas atividades cotidianas através de pinturas rupestres nas paredes das cavernas, gravações em pedras, túmulos e artefatos de construções megalíticas, por volta de 50 mil anos atrás, os humanos já se referiam a

temas astronômicos, mostrando preocupação e buscando compreender as mudanças no céu (FARIA, 1987).

Para os humanos pré-históricos o conhecimento científico estava relacionado às suas necessidades e ocupações cotidianas. De acordo com Schiaparelli (2010a),

*L'alternarsi rapido dei giorni e delle notti, la vicenda più lenta, ma non meno per lui importante, delle stagioni, il ritorno delle fasi lunari a regolati intervalli, e la varietà dell'illuminazione notturna che da esse deriva, han dovuto in ogni tempo ed in ogni luogo essere oggetto di attenzione e di riflessione pratica al cacciatore, al pastore ed al coltivator della terra*<sup>1</sup> (SCHIAPARELLI, 2010a, p. 48).

Segundo Faria (1987), o primeiro fenômeno que mereceu atenção dos humanos pré-históricos foi o movimento do Sol, uma vez que a relação claro/escuro afetava diretamente sua sobrevivência. Ao observar o movimento diário do Sol, criaram a primeira unidade de tempo: o dia.

Movimento similar ao do Sol deve ter sido observado também na Lua, percebendo que esta alterava sua trajetória para o sul ou para o norte, voltando a nascer no mesmo lugar a cada 28 dias e, à medida que alterava sua trajetória modificava sua aparência (fases). Ao observar esses movimentos da Lua criaram outra unidade de tempo: o mês (FARIA, 1987; HOBBS, 2000; KRUPP, 2003).

Seguindo o rumo da história, os humanos pré-históricos começaram a perceber que os dias e as noites tinham variações na duração dos períodos de claridade e escuridão. Em certos períodos, quando a temperatura era mais amena (início do outono e da primavera) havia uma igualdade na duração do dia e da noite (equinócios), enquanto em outros, quando a temperatura diminuía ou aumentava muito (início do inverno e do verão, respectivamente), notava-se visível diferença entre a duração do dia e da noite (solstícios). Medindo o intervalo de tempo entre a ocorrência de dois equinócios ou dois solstícios criaram mais uma unidade de tempo: o ano (HOBBS, 2000, RUGGLES, 2005).

---

<sup>1</sup> A rápida alternância dos dias e das noites, o mais lento, mas não menos importante evento da passagem das estações do ano, o retorno das fases da Lua em intervalos regulados, e a variação de iluminação noturna que resulta dessas fases, foram em todos os momentos e em todos os lugares objetos de atenção e reflexão prática para o caçador, o pastor e o cultivador da terra. (Tradução nossa).

Esses conceitos, embora simples e rudimentares, marcam o início da ciência astronômica e podem ser considerados como uma herança científica das primeiras gerações humanas.

*Quell'uomo dell'età paleolitica che riconobbe l'andamento periodico delle fasi lunari e si studiò di trovare quanti giorni sono compresi in una lunazione, compì un'operazione altrettanto scientifica ed altrettanto astronomica, quanto può essere per un astronomo moderno il determinare la rivoluzione di un pianeta, o d'una cometa, o il periodo secondo cui si rinnova l'intensità luminosa di una stella variabile<sup>2</sup> (SCHIAPARELLI, 2010a, p. 48).*

Existem gravações em pedra dessa época, bem como em várias regiões do mundo são encontrados megalitos<sup>3</sup> orientados, em sua maioria, de forma a indicarem com precisão os pontos exatos de nascer e pôr do Sol e da Lua em diferentes épocas do ano, reforçando a ideia de que há pelos menos 5000 anos os humanos já possuíam conhecimentos sobre os movimentos do Sol e da Lua.

Alguns megalitos como Carnac, na França, Callanish, na Escócia e Stonehenge, na Inglaterra<sup>4</sup>, constituem *“probably the best known examples from prehistory European megalithic sites where numerous sighting points and alignments have been determined that correlate with positions of the sun and moon”<sup>5</sup>* (HOBBINS, 2000, p. 32).

Estes fenômenos descritos anteriormente devem ter sido os primeiros a serem observados e conhecidos pelos humanos pré-históricos, mas o maior avanço da astronomia até então se deu a partir da invenção da escrita pelos mesopotâmicos<sup>6</sup>,

---

<sup>2</sup> Aquele homem do Paleolítico que identificou o comportamento periódico das fases da Lua e descobriu quantos dias tem um ciclo lunar, uma operação tão científica e astronômica, como pode ser para um astrônomo moderno determinar o movimento de um planeta ou cometa, ou o período segundo o qual se renova o brilho de uma estrela variável. (Tradução nossa).

<sup>3</sup> Megalitos são construções de pedras, alinhadas de maneira a indicar pontos exatos do nascer e/ou pôr do Sol e da Lua em épocas determinadas. Podem ser considerados como os primeiros observatórios astronômicos de que se tem notícia e são objetos de estudo da Arqueoastronomia (FARIA, 1987; HOBBINS, 2000).

<sup>4</sup> De acordo com Hobbins (2000) estes megalitos europeus foram erguidos entre 3000 e 2000 anos a. C., e provavelmente eram usados como observatórios astronômicos. No entanto, para Langdon (2014) eles eram mais do que observatórios, podendo ser usados para cultos religiosos e até mesmo como cemitério de pessoas ricas.

<sup>5</sup> Provavelmente os exemplos mais conhecidos de sítios megalíticos pré-históricos europeus, onde foram determinados numerosos pontos de observação e alinhamentos que se correlacionam com as posições do Sol e da Lua. (Tradução nossa).

<sup>6</sup> Há muita controvérsia sobre a origem da escrita, porém vários pesquisadores como Kramer (1985), Bottéro (1993), Hooker (1993) defendem que a escrita cuneiforme inventada pelos Sumérios (povo que viveu no sul da Mesopotâmia por volta de 3.000 anos a. C.) e que recebe esse nome porque as inscrições

porque pela primeira vez na história da humanidade o registro e socialização do conhecimento científico tornavam-se possíveis.

Na Mesopotâmia, região que fica entre os rios Tigre e Eufrates (onde hoje se localiza o Iraque), surgiram e se desenvolveram, a partir de aproximadamente 3.500 anos a. C. vários povos, como os sumérios, assírios, acádios, caldeus, amoritas e babilônios<sup>7</sup> (VERDET, 1991; CAPOZZOLI, 2011).

De modo geral, esses povos seminômades conseguiram alcançar relativos avanços na área da astronomia, embora ainda tivessem uma visão animista do mundo (KUHN, 1995), não fazendo distinção, tal como fazemos hoje, entre seres vivos e inanimados, o que dificultava a separação entre conhecimentos científicos e crenças místicas, presságios e rituais, como nos esclarece Verdet (1991):

Os dados astronômicos eram acompanhados de presságios que relacionavam os acontecimentos políticos importantes com os fenômenos celestes observados. Os homens da Mesopotâmia acreditavam que todo acontecimento natural é não somente a consequência de causas específicas, mesmo desconhecidas, mas igualmente o sinal de que uma força superior se dirige a nós para manifestar suas intenções (VERDET, 1991, pp. 15-16).

Apesar disso, os mesopotâmicos formam os primeiros a tratar “[...] a astronomia como uma ciência não apenas observacional, mas também teórica, onde a matemática desempenhou um importante papel” (FARIA, 1987, p. 20). Unindo as observações astronômicas às teorias matemáticas, puderam realizar uma descrição empírica dos movimentos do Sol, da Lua e dos planetas, em conjunção com as estrelas fixas. Também foram os primeiros a desenvolver um sistema sexagesimal de numeração.

Por terem desenvolvido um sistema sexagesimal de numeração (base no número 60), os mesopotâmicos criaram a divisão sexagesimal do círculo, dividindo-o em 360°, cada grau em minutos e cada minuto em segundos de grau, como ainda hoje é utilizado. O dia, cuja duração determinaram com precisão com base no movimento do Sol e das estrelas, foi dividido convenientemente em 12 partes iguais. A noite foi dividida de maneira idêntica, ou seja, em 12 horas. Cada hora foi dividida em 60 minutos de tempo, e cada minuto em 60 segundos de tempo, como também hoje utilizamos (FARIA, 1987, p. 20).

---

eram realizadas em tábua de argila a partir de caracteres gravados em cunhas de madeira, é a mais antiga forma de escrita.

<sup>7</sup> É comum entre os historiadores da astronomia o uso do qualitativo “astronomia babilônica” para se referir a toda a astronomia desenvolvida na Mesopotâmia. No entanto, achamos mais apropriado, assim como Schiaparelli (2010a), utilizar nesta tese o termo “astronomia mesopotâmica”, por considerá-lo mais abrangente.

Em conformidade, Couper e Henbest (2009), consideram que a adoção de um sistema numérico sexagesimal juntamente com observações contínuas do céu, contribuiu para o desenvolvimento de teorias matemáticas algebricamente avançadas, permitindo a elaboração de calendários bastante precisos e que foram se aprimorando gradativamente ao longo do tempo.

Como nos expõe Verdet (1991), ao longo da história, os mesopotâmicos utilizaram quase que unicamente calendários lunares, com meses alternados de 29 e 30 dias e um ano civil com duração de 354 dias, cerca de onze dias a menos do que o ano solar. No entanto, apesar dessa diferença, a utilização de calendários lunares teve consequências positivas para o desenvolvimento da astronomia, pois para fazer uso desse tipo de calendários era necessário determinar, com precisão, os movimentos do Sol e da Lua.

Paralelamente aos mesopotâmicos, os egípcios, utilizando uma matemática rudimentar de cunho meramente prático, desenvolveram um calendário mais preciso cujo ano civil tinha 365 dias, divididos em 12 meses de 30 dias cada e mais cinco dias chamados epagômeros que ficavam agrupados entre o final de um ano e início do próximo (NEUGEBAUER, 1983; HOBBS, 2000).

Por sua constância, o calendário egípcio foi utilizado por praticamente todos os astrônomos antigos. Para que se tenha uma ideia de sua longevidade, foi o calendário utilizado por Copérnico para datar as observações em seu *De Revolutionibus* (NEUGEBAUER, 1983).

Como vimos, o interesse das civilizações antigas pelo conhecimento dos céus era de natureza prática e contribuía para a sua sobrevivência, uma vez que tinha grande valia ao indicar as melhores épocas para se plantar, colher e caçar, além de possibilitar a divisão do tempo em intervalos determinados de dias, meses e anos e, por consequência, proporcionar a produção de um calendário.

Segundo Krupp (2003), toda a astronomia desenvolvida por povos antigos como egípcios, chineses, indianos, e até mesmo a astronomia matemática dos mesopotâmicos podem ser consideradas essencialmente mitológicas. E isso, aparentemente, satisfazia uma mundividência psicologicamente satisfatória das pessoas da época: de guiar suas atividades cotidianas e satisfazer seus deuses.

Desse modo, apesar da astronomia provavelmente ter nascido na Mesopotâmia, a cosmologia, enquanto ciência desvinculada da mitologia, surgiu na Grécia. Foram os gregos que primeiro fundamentaram as observações astronômicas com cálculos geométricos.

Nesse sentido concordamos com Kuhn (1995) quando ele afirma que

*Every civilization and culture of which we have records has had an answer for the question, 'What is the structure of the universe?' But only the Western civilizations which descend from Hellenic Greece have paid much attention to the appearance of the heavens in arriving at that answer<sup>8</sup> (KUHN, 1995, p. 5).*

Assim, considerando que a cosmologia dos gregos avançou para além de simples análises panorâmicas do céu noturno, abrindo caminho para que este falasse menos à imaginação poética e mais à ciência, dedicaremos o próximo tópico a analisar a astronomia grega, da sua origem à influência que desempenhou através dos séculos.

## **1.2. Astronomia grega: do alvorecer em Mileto ao apogeu em Alexandria**

Foi na Grécia Antiga que a maneira de encarar e interpretar os fenômenos naturais sofreu grande alteração, pois foi ali que o homem passou a desenvolver o conhecimento fundamentalmente em bases racionais.

Romildo Póvoa Faria

Dentre os povos antigos, os gregos foram os que influenciaram as civilizações ocidentais de forma mais decisiva. Foi na Grécia que surgiram as bases para o desenvolvimento da ciência tal qual a conhecemos. Como diz Chassot (1994, p. 32) referindo-se aos gregos: “[...] pode-se afirmar que ensinaram o homem ocidental a pensar”.

---

<sup>8</sup> Toda civilização e cultura de que temos registros tem uma resposta para a pergunta: "Qual é a estrutura do Universo?" Mas apenas as civilizações ocidentais que descendem da Grécia helênica têm prestado mais atenção ao aspecto dos céus para descobrir essa resposta. (Tradução nossa).

No que se refere à astronomia, já se encontra menções em Homero e Hesíodo, entre os séculos IX e VIII a. C. Homero representa a Terra como uma superfície circular e plana. Hesíodo em seu *Os trabalhos e os dias* é o primeiro grego a mencionar a forma esférica do Universo, conceito que se tornará muito importante no desenvolvimento da astronomia grega (EVANS, 1998).

As menções sobre a Terra e o Universo relacionadas a Homero e a Hesíodo estão presentes nas suas obras: *Ilíada* e *Odisséia*, atribuídas a Homero e escritas por volta dos séculos IX ou VIII a. C.; e *Os trabalhos e os dias*, *Teogonia* e o *Escudo de Hércules* de Hesíodo que datam do final do século VIII a. C (CHASSOT, 1994; MARTINS, 1994; EVANS, 1998).

Durante o período compreendido entre os séculos IX e VI a. C., conhecido como “tempos homéricos”, o mundo grego passou por profundas transformações políticas, culturais e sociais que contribuíram para as bases de um pensamento filosófico-científico baseado na razão e em raciocínios lógicos fundamentados na matemática, que se fez marcadamente presente no desenvolvimento da astronomia.

Tradicionalmente costuma-se dividir o pensamento filosófico-científico grego em dois períodos: antes e depois de Sócrates. Para os propósitos desta tese também adotaremos essa divisão.

### 1.2.1. Os pré-socráticos: o nascimento da cosmologia científica

Se os pré-socráticos não inauguraram o pensamento racionalista no sentido moderno do termo, transformaram em seu espírito os métodos de pesquisa e de exposição.

Jean-Pierre Verdet

Essa primeira fase da astronomia grega começa com Tales de Mileto (c. 640 a. C. – c. 548 a. C.) e se propaga por seus seguidores na Escola de Mileto. O pouco que sabemos sobre essa fase inicial da astronomia grega chegou até nós por meio de pensadores mais recentes, principalmente Aristóteles. No entanto, é o historiador Heródoto (c. 485–420

a. C.) quem narra o feito astronômico mais lembrado de Tales: a previsão de um eclipse solar acontecido em 585 a. C. (ADORNO, 1991).

Tales estudou geometria no Egito, onde, provavelmente se inspirou para indagar sobre a essência das coisas e suas mudanças. Aristóteles lhe concede o mérito de ser o primeiro a especular sobre um princípio ou elemento formador de tudo, que seria a água. Por essas ideias “[...] e, sobretudo por ter sido o primeiro a tentar uma explicação racional e sistemática do mundo [sem invocar o poder sobrenatural], que Tales é considerado o pai da física jônica e em geral da filosofia” (VERDET, 1991, p. 28).

Contemporâneo e discípulo mais célebre de Tales, Anaximandro de Mileto (c. 610 a. C. – c. 547 a. C.) foi o primeiro pensador grego a afirmar que a Terra está no centro do Universo. Atribui-se a ele a introdução do gnômon<sup>9</sup> entre os gregos, utilizando-o para marcar os solstícios e equinócios e com isso mensurar a obliquidade da eclíptica do Sol no horizonte. Foi pioneiro em relacionar os eclipses lunares à interposição da Lua entre a Terra e o Sol e a entrada desta na sombra do nosso planeta. Também se atribui a ele a provável invenção do globo terrestre (DREYER, 1953; EVANS, 1998).

Verdet (1991) após uma análise detalhada dos fragmentos de textos conhecidos referentes à vida e à filosofia de Anaximandro nos traz uma sinopse de seu pensamento cosmológico, a saber:

Nesse mundo, a Terra está suspensa no meio do céu sem ter necessidade de apoio algum, pois fica a distância igual de tudo o mais, tem lugar reservado de corpo celeste, enquanto que o Cosmos está povoado de cilindros achatados, no interior dos quais reina um fogo que percebemos pelos acontecimentos que ocorrem nas cambas dessas rodas celestes: tais orifícios são tantas outras estrelas a cintilar na noite; basta que uma dessas seja obstruída parcial ou totalmente e assistiremos a um eclipse (VERDET, 1991, p. 30).

Embora as explicações sugeridas por Anaximandro aos fenômenos celestes pareçam extremamente rudimentares, Kuhn (1995) esclarece que mais importante do que as respostas dadas é o fato de ele ter proposto soluções ponderadas aos problemas detectados a partir de eventos e fenômenos terrestres conhecidos para os quais até então eram atribuídas causas divinas. A menção a rodas celestes rotativas como o mecanismo

---

<sup>9</sup> Trata-se de um instrumento astronômico que ao projetar a sombra do Sol num plano horizontal pode indicar a hora do dia. É um relógio solar (FERREIRA, 2013).



utilizado para explicar os movimentos dos astros pode ser considerado o gênese no caminho de uma teoria de Universo mecânico e autônomo sem depender da ação divina.

Em finais do século VI a. C. a Escola de Mileto tinha alcançado grande prestígio e prosperidade uma vez que a oligarquia mercantil que detinha o poder político na Jônia fazia uso das ideias de seus pensadores para manter sua influência na região. No entanto quando os persas tomaram Mileto em 494 a. C. espalharam essas ideias e fundaram escolas em outras colônias. Uma delas foi a chamada Escola da Itália, em Cróton, fundada por Pitágoras de Samos (c. 570 – c. 480 a. C.) (CHASSOT, 1994).

Pitágoras e os pitagóricos que o sucederam defendiam que tudo no Universo é harmonia numérica, de fato ele foi “[...] o primeiro a dar o nome de Cosmos ao envoltório do Universo, em virtude da organização que nele se vê” (VERDET, 1991, p. 31). Segundo autores como Dreyer (1953) e Schiaparelli (2010b), Pitágoras também foi o primeiro a perceber e revelar que a estrala da tarde (*Phosphorus*) e a estrela da manhã (*Hesperus*) eram o mesmo astro: o planeta Vênus.

Os pitagóricos sempre procuravam provar a perfeição estética do Cosmos o que os levou a tentarem estabelecer laços entre astronomia, música e matemática, apoiados na periodicidade dos movimentos dos astros (DREYER, 1953). Na busca por essa harmonia os pitagóricos chegaram a admitir a esfericidade da Terra, pois, para eles, tanto o céu quanto a Terra deveriam ter a mesma forma. Temos aqui o que Kuhn (1995) afirma ser o nascimento da “cosmologia científica” por meio do modelo que ele chama de “Universo de duas esferas”. Segundo este autor, para os pitagóricos

*[...] the earth was a tiny sphere suspended stationary at the geometric center of a much larger rotating sphere which carried the stars. The sun moved in the vast space between the earth and the sphere of the stars. Outside of the outer sphere there was nothing at all — no space, no matter, nothing<sup>10</sup>* (KUHN, 1995, p. 27).

Para Kuhn (*Op. cit.*) o Universo de duas esferas era formado de uma esfera inferior na qual se encontrava o homem e de uma esfera exterior na qual ficavam as estrelas. E foi

---

<sup>10</sup> [...] a Terra era uma pequena esfera suspensa de modo estacionário no centro geométrico de esfera rotativa muito maior que transportava as estrelas. O Sol movia-se num vasto espaço entre a Terra e a esfera das estrelas. Fora da esfera exterior não havia absolutamente nada – nem espaço, nem matéria, nada. (Tradução nossa).

essa teoria astronômica, em uma versão modificada através dos séculos, que foi herdada pelo mundo medieval e moderno.

Apesar da teoria do Universo de suas esferas ter sido a que conseguiu mais adeptos e que mais se perpetuou, não foi a única existente entre os gregos. Ainda no período pré-socrático, Leucipo (c. 480-420 a. C.) e Demócrito (c. 460-370 a. C.) criaram o atomismo, uma filosofia segundo a qual o Universo é formado de infinitas e minúsculas partículas que se movem no vácuo (ADORNO, 1991; SCHIAPARELLI, 2010b).

De acordo com Kuhn (1995), os atomistas

*[...] visualized the universe as an infinite empty space, populated by an infinite number of minute indivisible particles or atoms moving in all directions. In their universe the earth was but one of many essentially similar heavenly bodies formed by the chance aggregation of atoms. It was not unique, nor at rest, nor at the center. In fact, an infinite universe has no center; each part of space is like every other; therefore the infinite number of atoms, some of which aggregated to form our earth and sun, must have formed numerous other worlds in other portions of the empty space or void. For the atomists there were other suns and other earths among the stars<sup>11</sup>* (KUHN, 1995, p. 42).

Como nos expõe o autor supracitado, algumas ideias atomistas nos parecem surpreendentemente atuais. O modelo de átomo proposto por Leucipo e Demócrito, por exemplo, tem muita semelhança com o modelo atômico que o inglês John Dalton formulou 22 séculos depois, no qual toda matéria seria formada por minúsculas partículas fundamentais – os átomos – que, por sua vez, seriam indivisíveis, impenetráveis e indestrutíveis (DAAR, 2008).

Mesmo assim, as ideias atomistas não tiveram muita aceitação entre os pensadores da antiguidade, uma vez que, como nos explica Schiaparelli (2010b), os argumentos que hoje nos fazem acreditar nessas teorias eram inexistentes na época. Os antigos só podiam confiar nas observações feitas a olho nu, o que favorecia o modelo de Universo de duas esferas.

---

<sup>11</sup> [...] visualizavam o Universo como um espaço vazio infinito, povoado por um número infinito de partículas ou átomos indivisíveis, que se movem em todas as direções. Neste Universo, a Terra era apenas um dos muitos corpos celestes essencialmente semelhantes, formados pela agregação aleatória de átomos. Não era única, nem estava em repouso, nem no centro. Na verdade, um Universo infinito não tem centro; cada parte do espaço é como qualquer outro; portanto, o número infinito de átomos, alguns dos quais agregados para formar a Terra e o Sol, deve ter formado muitos outros mundos em outras partes do espaço vazio ou vácuo. Para os atomistas havia outros sóis e outras terras entre as estrelas. (Tradução nossa).

Fazendo um apanhado geral das principais ideias desenvolvidas pelos pré-socráticos concordamos com Verdet (1991) a cerca da inegável contribuição desses pensadores para o surgimento do pensamento filosófico-científico ocidental, pois foram eles que transformaram os métodos de pesquisa e exposição, substituindo as tabelas numéricas dos babilônios por modelos geométricos, os relatos mitológicos por discursos filosóficos e os métodos puramente empíricos por métodos intelectuais.

Se é verdade que não só os babilônios, mas também os que construíram Stonehenge, sabiam que os lados de um triângulo retângulo comprovam a chamada lei de Pitágoras, existe um abismo entre essa constatação e a demonstração da propriedade geral que afirma que em todo triângulo retângulo a soma dos quadrados dos lados do ângulo reto é igual ao quadrado do terceiro lado. [...] Eis em que reside a grandeza dos pré-socráticos (VERDET, 1991, pp. 34-35).

Assim, à medida que o centro do mundo grego se transferia para Atenas e Sócrates desenvolvia sua maiêutica, as mentes e os caminhos dos gregos já estavam abertos para um pensamento filosófico-científico livre das amarras da mitologia dos tempos antigos. Os pensadores que o sucederam – os chamados pós-socráticos –, a quem dedicaremos atenção nos próximos tópicos, já possuíam um alicerce sobre o qual formulariam suas teorias astronômicas.

### **1.2.2. Entre o Universo de formas perfeitas de Platão e a dinâmica celeste de Aristóteles**

Estou convencido, antes de tudo, que se a Terra, que é esférica, for colocada no centro do Universo não há necessidade de ar para sustentá-la, nem de qualquer outra coisa do gênero, dado que basta a uniformidade do Universo, que é igual em cada parte sua, e o equilíbrio da própria Terra.

Platão

Platão (c. 427-348 a. C.), possivelmente influenciado pelas ideias de Pitágoras do Universo de duas esferas, que dá “[...] *emphasis on number, on the base uniformity that underlies apparent irregularity, and on circular motion and spherical form as the most*

*perfect on the kind*”<sup>12</sup> (COHEN & DRABKIN, 1958, p. 98), desenvolveu concepções astronômicas que marcariam a astronomia contemporânea a ele.

As ideias astronômicas de Platão foram apresentadas em suas obras *Phaedo* (c. 387 a. C.), *República* (c. 375 a. C.), *Leis* (c. 370 a. C.) e, principal e mais completamente, no *Timeu* (c. 360 a. C.). Na *República*, ele apresenta para os sete planetas – Sol, Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno<sup>13</sup> – e as estrelas fixas um modelo de Universo mecânico com rodas ligadas entre si que as mantem em constante movimento (Platão, 2000). Platão defendia que os movimentos dos corpos celestes eram uniformemente circulares e apresentavam regularidade constante.

Diferentemente do Sol e da Lua que possuem percursos uniformes para leste, os demais planetas, cuja palavra grega significa “vagabundos” não mantinham a regularidade dos outros corpos celestes, o que não se enquadrava no Universo de formas circulares perfeitas de Platão. Kuhn (1995) cita “o problema dos planetas” como uma das causas que, vários séculos depois, desencadeariam a Revolução Copernicana. Para Cohen e Drabkin (1958), isso teria o levado a formular a questão que tiraria o sono de todos os astrônomos nos dois mil anos seguintes: Quais os movimentos ordenados e uniformemente circulares que podemos tomar como hipótese para explicar os movimentos aparentes dos planetas? Portanto, Platão, “[...] whose searching questions dominated so much of subsequent Greek thought, seems to have been the first to enunciate the problem of the planets [...]”<sup>14</sup> (KUHN, 1995, p. 55).

De acordo com Vlastos (2005), no *Timeu*, Platão apresenta uma hipótese para as variações nos movimentos dos planetas, segundo a qual todos os movimentos dos corpos celestes são circulares e constantes, porém realizados em diferentes direções e em velocidades diferentes.

No entanto, apesar de Platão ter tentado elucidar o problema do deslocamento dos planetas foi um dos seus discípulos – Eudóxio (408-355 a. C.) – o primeiro a apresentar uma resposta plausível a essa questão. O sistema que ele propôs ficou conhecido como

---

<sup>12</sup> [...] ênfase ao número, à uniformidade de base que está subjacente à aparente irregularidade, e ao movimento circular e forma esférica como o mais perfeito da espécie. (Tradução nossa).

<sup>13</sup> Para os povos antigos o Sol e a Lua eram considerados planetas.

<sup>14</sup> [...] cujas pesquisas tanto dominaram o pensamento ulterior, parece ter sido o primeiro a enunciar o problema dos planetas [...]. (Tradução nossa).

Teoria das Esferas Homocêntricas. Schiaparelli (2010b) tomando Aristóteles como referência, assim descreve o sistema de Eudóxio:

*Eudosso suppose che il Sole e la Luna fossero mossi ciascuno da tre sfere, delle quali la prima è quella che si move al modo delle stelle fisse, la seconda si move secondo il circolo che passa per lo mezzo dei segni zodiacali, la terza secondo un circolo collocato obliquamente nella larghezza della zona zodiacale. Di questi circoli obliqui quello secondo cui si muove la Luna è inclinato in maggior latitudine che quello secondo cui si muove il Sole. I pianeti esser portati ciascuno da quattro sfere, delle quali la prima e la seconda sono le medesime che per il Sole e per la Luna [...]'*<sup>15</sup> (SCHIAPARELLE, 2010b, p 110).

Também podemos encontrar similaridade nas palavras de Kuhn (1995):

*In Eudoxus' planetary system each planet was placed upon the inner sphere of a group of two or more interconnected concentric spheres whose simultaneous rotation about different axes produced the observed motion of the planet. [...] The outer sphere is the sphere of the stars, or at least it has the same motion as that sphere [...]'*<sup>16</sup> (KUHN, 1995, p. 55).

Como descrito acima, o sistema de movimentos planetários proposto por Eudóxio individualiza o movimento de cada planeta, uma vez que cada um possuiria sua própria maquinaria de esferas homocêntricas. Segundo Evans (1998) a maior contribuição desse sistema é ter traçado padrões para um desenvolvimento futuro da astronomia grega, principalmente da cosmologia de Aristóteles.

Aristóteles (384-322 a. C.) tenta criar um sistema unificado de Universo e apesar de seu modelo cosmológico possuir muitas semelhanças com o modelo autossuficiente e autônomo do Universo de duas esferas de Platão acredita-se que os refinamentos geométricos propostos por Aristóteles derivem dos estudos de Eudóxio.

Ao refinar as ideias de esferas homocêntricas de Eudóxio e aplicá-las (pelo menos em parte) ao modelo de Universo de duas esferas de Platão, Aristóteles estabelece alguns pontos que passaram a nortear a visão de praticamente todos os astrônomos gregos que

---

<sup>15</sup> Eudóxio propõe que o Sol e a Lua fossem movidos cada um por três esferas, a primeira das quais é que se move para o meio das estrelas fixas, a segunda se move de acordo com o círculo que passa através dos signos dos zodíacos, a terceira de acordo com um círculo obliquamente colocado na largura da área dos zodíacos. Desses círculos oblíquos, aquele no qual se move a Lua é inclinado para uma latitude superior em relação àquele ao qual se move o Sol. Os planetas são carregados por quatro esferas, das quais a primeira e a segunda são a mesma para o Sol e a Lua [...]. (Tradução nossa).

<sup>16</sup> No sistema planetário de Eudóxio, cada planeta estava colocado sobre a esfera interna de um grupo de duas ou mais esferas concêntricas interligadas, cuja rotação simultânea sobre diferentes eixos produzia o movimento observado do planeta. [...] A esfera externa é a esfera das estrelas, ou pelo menos tem o mesmo movimento que essa esfera [...]. (Tradução nossa).

o sucederam. São eles: (1) uma Terra imóvel e central no Universo, (2) um Universo finito, (3) uma região supralunar imutável e (4) movimentos dos astros circulares e imutáveis (KUHN, 1995; EVANS, 1998).

A mesma lógica aristotélica que colocou a Terra como centro do Universo também lhe concedeu a esfericidade, como nos explica o próprio Aristóteles:

A sua forma deve ser esférica. [...] [pois] se a Terra não fosse esférica os eclipses da Lua não poderiam mostrar segmentos com a forma daqueles que o vemos [...] A observação das estrelas também mostram não só que a Terra é esférica, mas que também não é de grande dimensão, uma vez que uma pequena mudança de posição do nosso local para o sul ou para o norte altera visivelmente o círculo do horizonte [...] (ARISTÓTELES, 2014, pp. 74-75).

Estas ideias cosmológicas de Aristóteles ganharam notória popularidade entre os astrônomos antigos. Para Kuhn (1995) grande parte da importância dada à cosmologia aristotélica se deve a dois fatos: a visão animista dos povos antigos que naturalmente tornava o Cosmos mais próximo do espaço de vida e o fato de o Universo de duas esferas sanar problemas não só astronômicos, mas cotidianos e religiosos. Esta também seria a razão de sua grande influência durante a Idade Média.

A mundividência de Aristóteles, por motivos já citados, foi a que mais ganhou adeptos, e a que mais se perpetuou, embora não tenha sido a única criada na antiguidade. Exemplo disso é que enquanto a teoria de Aristóteles ainda estava dando os primeiros passos, Aristarco de Samos, ainda no século III a. C., surgia com uma ideia revolucionária: a Terra era que girava em torno do Sol!

### **1.2.3. As primeiras teorias heliocêntricas**

Ninguém aceitou essa ideia por quase dois mil anos, quando o cônego polonês Nicolau Copérnico apareceu com todo um conjunto de boas razões pelas quais o Sol está parado e o nosso mundo é apenas um planeta viajando ao redor dele uma vez por ano.

Heather Couper

Em meados do século III a. C. as ideias astronômicas de Platão e Aristóteles de uma Terra em repouso, no centro do Universo e com uma esfera celeste que girava de leste para oeste já tinham encontrado terreno fecundo entre os pensadores gregos.

É verdade que as cosmologias platônicas e aristotélicas dominaram o pensamento astronômico ocidental até meados do século XVI da nossa era. No entanto, mesmo entre os antigos surgiram teorias que concediam algum movimento à Terra, como a proposta por Aristarco.

Aristarco de Samos (c. 310 – c. 230 a. C.) foi o primeiro a propor uma teoria heliocêntrica que incluía a Terra como sendo apenas um dos planetas, a qual possuía dois movimentos, o de rotação em torno do seu próprio eixo e o de translação em torno do Sol (COHEN & DRABKIN, 1958). Antes dele, Heráclides de Ponto (388- 315 a. C.) também idealizou uma teoria que concedia movimento de rotação à Terra, no entanto, para ele, o nosso planeta ainda ocupava o centro do Universo. Portanto a teoria idealizada por Heráclides ficou conhecida como semi-heliocêntrica.

Faria (1987), Kuhn (1995) e Heath (2013), fazem alusão ao feito de Aristarco que dezoito séculos antes de Copérnico já pregava o heliocentrismo.

A ideia do heliocentrismo surgiu ainda no início do século III a. C. com Aristarco de Samos, astrônomo e matemático grego [...] Aristarco defendia o movimento de translação da Terra e dos demais planetas em órbitas circulares ao redor do Sol (FARIA, 1987, p. 28).

*[...] in the middle of the third century b.c., Aristarchus of Samos, [...] advanced the proposal that has earned for him the title of "the Copernicus of antiquity." For Aristarchus the sun was at the center of an immensely expanded sphere of the stars, and the earth moved in a circle about the sun*<sup>17</sup> (KUHN, 1995, p. 42).

*His hypotheses are that 'the fixed stars and the sun remain unmoved that the earth revolves about the sun in the circumference of a circle, the sun lying in the middle of the orbit', and that the sphere of the fixed stars, situated about the same centre as the sun, is so great that the circle in which he supposes the earth to revolve bears such a proportion to the distance of the fixed stars as the centre of the sphere bears to its surface*<sup>18</sup> (HEATH, 2013, p. 203, destaque do autor).

<sup>17</sup> [...] em meados do século III a. C., Aristarco de Samos, [...] avançou a proposta que lhe rendeu o título de "Copérnico da Antiguidade". Para Aristarco, o Sol estava no centro de uma esfera imensamente expandida de estrelas, e a Terra se movia em um círculo em volta do Sol. (Tradução nossa).

<sup>18</sup> Suas hipóteses são de que as estrelas fixas e o Sol permanecem impassíveis, de que a Terra gira em torno do Sol em uma circunferência, e que a esfera das estrelas fixas, situada no mesmo centro que o Sol é tão grande que o círculo em que ele supõe que a Terra gire é tão proporcional à distância das estrelas fixas como o centro da esfera é para sua superfície. (Tradução nossa).

Para provar suas hipóteses, Aristarco fazia uso da geometria. Baseando-se em cálculos geométricos ele afirmou que o Universo era muito maior do que se acreditava até então e, utilizando medidas de ângulos, calculou a distância do Sol e da Lua, o que lhe permitiu concluir os tamanhos relativos dos dois astros (EVANS, 1998).

Embora as ideias heliocêntricas propostas por Aristarco não tenham sido muito aceitas pelos astrônomos que o sucederam, o uso da geometria para se chegar a conclusões astronômicas se tornou padrão para estudiosos dos céus a partir de então.

Esse modelo cosmológico alternativo, que soa tão familiar aos nossos ouvidos ocidentais forjados nos conhecimentos astronômicos pós-copernicanos que não ousam duvidar do fato da Terra ser apenas um entre tantos planetas, que realiza dois movimentos simultâneos e de que o Sol é apenas uma em meio a incontáveis outras estrelas no Universo não alcançou a mesma simpatia entre os pensadores antigos, chegando a ser ridicularizada ou simplesmente ignorada na Idade Média.

A rejeição a uma teoria heliocêntrica de Universo se deve, como nos esclarece Kuhn (1995), ao fato de que, na antiguidade, a ideia de uma Terra em movimento parecia absurda, uma vez que todas as provas visíveis das quais dispunham os gregos pareciam confirmar a estaticidade da Terra. Juntaram-se a isso novos desenvolvimentos matemáticos, como os epiciclos e deferentes de Hiparco, que pareciam confirmar a imobilidade terrestre e que tiveram grande aceitação pelos astrônomos contemporâneos de Aristarco.

O mecanismo matemático de epiciclos e deferentes desenvolvido por Hiparco (190-120 a. C) em meados do século II a. C. substituiu a teoria das esferas homocêntricas de Eudóxio na busca por explicar o movimento dos planetas. Consiste basicamente em um círculo pequeno (o epiciclo) que gira ao redor de um ponto de circunferência de um segundo círculo maior (o deferente). Assim, cada planeta percorria o seu epiciclo ao longo da circunferência do deferente, que, por sua vez, tem a Terra como centro (COHEN & DRABKIN, 1958; KUHN, 1995).

De acordo com Cohen e Drabkin (1958), desde a proposta de Hiparco até Copérnico dezessete séculos depois, todos os astrônomos sempre procuraram maneiras de adaptar os epiciclos e deferentes para explicar os movimentos planetários. Sabe-se que



Ptolomeu, ao desenvolver a teoria geocêntrica, que viria ser a referência de toda a astronomia até o início do século XVII, também fez uso das ideias de Hiparco.

#### 1.2.4. Astronomia ptolomaica

Aristóteles foi o último grande cosmólogo da antiguidade, e Ptolomeu, que viveu quase cinco séculos depois dele, foi o último grande astrônomo.

Thomas Kuhn

Nos dois séculos seguintes após Hiparco ter enunciado o sistema planetário baseado nos epiciclos e deferentes, o centro cultural e científico do mundo grego tinha se transferido de Atenas para Alexandria. E foi justamente Alexandria que viu surgir aquele que para muitos é o maior astrônomo da antiguidade: Cláudio Ptolomeu (c. 90 – c.168 d. C.).

Ptolomeu reuniu todo o conhecimento astronômico grego produzido até então em uma obra de treze volumes intitulada *Mathematike Syntaxis*, que ficou mais conhecida pelo nome árabe de *Almagesto* (COUPER & HENBEST, 2009) e foi a base do pensamento que dominou a astronomia por muito séculos.

O *Almagesto* data do ano 140 da nossa era e, segundo Kuhn (1995), é um produto da tentativa de criar modificações geométricas que dessem exatidão ao sistema de epiciclos e deferentes de Hiparco. Nesse sentido deixemos que o próprio Ptolomeu nos apresente as suas pretensões com o seu livro:

*We shall try to provide proofs in all of these topics by using as starting-points and foundations, as it were, for our search the obvious phenomena, and those observations made by the ancients and in our own times which are reliable. We shall attach the subsequent structure of ideas to this foundation by means of proofs using geometrical methods. The general preliminary discussion covers the following topics: the heaven is spherical in shape, and moves as a sphere; the earth too is sensibly spherical in shape, when taken as a whole; in position it lies in the middle of the heavens very much like its centre; in size and distance it has the ratio of a point to the sphere of the fixed stars; and it has no motion from place to place*<sup>19</sup> (PTOLOMEU, 1984, pp. 37-38).

<sup>19</sup> Devemos tentar fornecer provas em todos esses tópicos usando como pontos de partida e fundamentos, por assim dizer, para nossa busca de fenômenos óbvios, observações feitas pelos antigos e por nós próprios que sejam confiáveis. Devemos aplicar a estrutura subsequente de ideias a esta base por meio de

Como o próprio Ptolomeu nos informa acima o seu sistema astronômico é basicamente aristotélico no que se refere aos conceitos físicos, focado nos princípios básicos de um céu formado por uma vasta esfera que gira em torno do próprio eixo e de uma Terra também esférica, porém central e imóvel. O que leva Heath (2013) a afirmar que o *Almagesto* apenas procurava “salvar as aparências”, ou seja, buscava alternativas para explicar fenômenos observados.

Sendo assim, o que fez o sistema de Ptolomeu gozar de tanta credibilidade e por tanto tempo? Para Kuhn (1995), o sistema ptolomaico foi o primeiro a propor uma explicação plausível ao problema do movimento dos planetas ao combinar uma série de círculos para explicar os movimentos do Sol, da Lua e dos demais planetas. O seu livro *Almagesto* “[...] was the first systematic mathematical treatise to give a ‘complete’, ‘detailed’, and ‘quantitative’ account of all the celestial motions”<sup>20</sup> (KUHN, 1995, 73, destaques do autor), e simbolizou a maior conquista da astronomia antiga.

Crombrie (1974) defende que Ptolomeu, na sua teoria planetária, usou artifícios geométricos para comprovar observações, usando a geometria para abordar o problema das trajetórias físicas dos planetas e adequá-los aos princípios da astronomia aristotélica e aos cálculos matemáticos. Talvez por isso alguns estudiosos o acusem de convencionalista.

De qualquer maneira, praticamente todos os astrônomos até Copérnico, por convicção ou por conveniência, seguiram o modelo adaptado de cosmologia aristotélica proposto por Ptolomeu, apesar da irregularidade do movimento dos planetas não ter sido resolvida completamente. Este problema teria sido o principal motivo que levou à Revolução Copernicana.

No entanto a revolução demorou a chegar. Entre a morte de Ptolomeu e o nascimento de Copérnico treze séculos se passaram, e durante esse período, que historicamente é

---

provas usando métodos geométricos. A discussão preliminar geral abrange os seguintes tópicos: o céu é de forma esférica, e se move como uma esfera; a Terra também tem uma forma sensivelmente esférica, quando tomada como um todo; em posição, está no meio do Universo tal como o seu centro; em tamanho e distância tem a proporção de um ponto em relação à esfera das estrelas fixas; e não tem movimento de um lugar para outro. (Tradução nossa).

<sup>20</sup> [...] foi o primeiro tratado matemático sistemático a fornecer um relato completo, detalhado e quantitativo de todos os movimentos celestes. (Tradução nossa).

conhecido como Idade Média, nenhuma alteração significativa foi adicionada ao sistema ptolomaico.

### **1.3. Astronomia na Idade Média: um eclipse de mil anos?**

Embora a ciência ocupasse uma grande parte do pensamento medieval, as forças intelectuais dominantes eram teológicas, e a prática da ciência em um meio teológico alterou as forças e as fraquezas da tradição científica.

Thomas Kuhn

Após Ptolomeu a astronômica entrou em lento declínio, uma vez que os romanos, que dominavam boa parte do mundo conhecido na época, pouco se importavam com o desenvolvimento da atividade científica. No entanto, a degradação da ciência se acelera quando a igreja cristã, aproveitando o vácuo de poder deixado pelo fim do Império Romano começou a consolidar sua autoridade intelectual e espiritual sobre a Europa.

O predomínio do pensamento religioso cristão praticamente banuiu qualquer desenvolvimento científico na Europa na Alta Idade Média. Até o século VII, é raro encontrar pessoas que leem ou conhecem algum tipo de texto científico. No isolamento intelectual da cristandade medieval, dificilmente aconteceria qualquer contribuição para o conhecimento do Universo (CROMBIE, 1974).

O poder emergente da Igreja Católica enxergava a ciência como algo profano e, a menos que se tratasse de algo necessário ao cotidiano, era inútil. A crença de que todo saber necessário ao homem estava contido nas escrituras levou muitos pensadores medievais a negarem os conhecimentos clássicos e, assim como todas as áreas do conhecimento, a astronomia sofreu uma estagnação no período medieval (KUHN, 1995).

No período que se estende até o século XI até a astronomia aristotélica recebia pesadas críticas dos eruditos europeus. Paralelamente, o mundo mulçumano se expandia de um oásis árabe para um império mediterrâneo (COUPER & HENBEST, 2009). Embora os

pensadores mulçumanos não tenham realizado inovações significativas nas teorias astronômicas, tiveram o mérito de conservar os textos clássicos gregos.

A partir do século X, através do contato com os árabes e o aumento do intercâmbio comercial, os europeus puderam recuperar o saber antigo, em um processo que se iniciou por meio de reuniões informais de transmissão oral e culminou, no século XII, com o surgimento das primeiras universidades europeias, o que Crombie (1980) chama de “Primeiro Renascimento”.

Com o ressurgimento da cultura grega na Europa, por meio dos árabes, integrantes da Igreja Católica, principalmente, começaram a traduzir os textos gregos do árabe para o latim e, após o século X, começa-se a intensificar este processo, quando principalmente Aristóteles é redescoberto. Estes estudos geram, nos séculos XII e XIII, a necessidade do surgimento da Universidade e da fusão do elemento grego com o cristão, surgindo o que chamamos de pensamento escolástico (FARIA, 1987, pp. 31-32).

O surgimento e avanço da escolástica<sup>21</sup> trouxe a “natureza das coisas” de volta aos tópicos aceitáveis para estudo, uma vez que o saber pagão já não era mais uma ameaça, pois a Igreja podia absorvê-lo e manter sua liderança intelectual. Com isso, os escolásticos, ao alargaram o horizonte aceitável do conhecimento cristão, mantiveram o monopólio católico do conhecimento por mais cinco séculos (CROMBIE, 1980). Em relação à contribuição do escolasticismo ao pensamento medieval Kuhn (1995) esclarece que:

*The centuries of scholasticism are the centuries in which the tradition of ancient science and philosophy was simultaneously reconstituted, assimilated, and tested for adequacy. As weak spots were discovered, they immediately became foci for the first effective research in the modern world. The great new scientific theories of the sixteenth and seventeenth centuries all originate from rents torn by scholastic criticism in the fabric of Aristotelian thought. Most of those theories also embody key concepts created by scholastic science. And more important even than these is the attitude that modern scientists inherited from their medieval predecessors: an unbounded faith in the power of human reason to solve the problems of nature*<sup>22</sup> (KUHN, 1995, p. 123).

---

<sup>21</sup> A escolástica se constituía como um método de pensamento e de ensino que se originou nas escolas medievais e se firmou nas universidades a partir do século XIII. O termo “escolástico” também se refere ao conjunto das doutrinas literárias, teológicas, filosóficas e jurídicas, além das demais ciências, que se elaboraram nas universidades do século XII ao século XV (NUNES, 1979). Etimologicamente falando, é um termo derivado da palavra latina *scholasticus*, que se origina da expressão grega *σχολαστικός*, que significa “pertencente à escola” (SOUSA & FINO, 2014).

<sup>22</sup> Os séculos de escolasticismo são os séculos em que a tradição da ciência antiga e da filosofia foi simultaneamente reconstituída, assimilada e testada quanto à adequação. À medida que descobriam pontos fracos, imediatamente tornavam-se focos à primeira pesquisa efetiva no mundo moderno. As grandes novas teorias científicas dos séculos XVI e XVII se originam de rasgos feitos pela crítica

Os escolásticos desenvolveram um trabalho de latinização dos textos clássicos sobre astronomia aristotélica, bem como do *Almagesto* de Ptolomeu, sistematizando-os e integrando-os, embora de forma seletiva, nos currículos das universidades europeias emergentes. O próprio “*Copernicus studied them there at the end of the fifteenth century, and his return to these classics of ancient Science makes him the heir of Aristotle and Ptolemy*”<sup>23</sup> (*Ibidem*, p. 103).

No entanto, Koyré (2011a) afirma que esta reconstrução do conhecimento científico foi prejudicada porque as traduções para o latim não foram feitas a partir dos originais gregos e os textos mulçumanos apresentavam distorções e comentários de seus tradutores árabes.

Alguns pontos presentes nos textos árabes, como a negação do livre arbítrio, da imortalidade da alma humana individual e a exaltação quase divina do Universo aristotélico, eram quase que inaceitáveis pelos filósofos cristãos. Isso começou a incomodar a cristandade europeia do século XII, culminando com a condenação em 1277, pelo bispo de Paris, Étienne Tempier, de 219 proposições astronômicas, extraídas ou baseadas nos textos de Aristóteles.

Embora a intenção do bispo de Paris fosse desqualificar o modelo de Universo aristotélico, historiadores da ciência medieval como Grant (1974) são categóricos ao afirmarem que esta condenação agiu como instrumento para libertar a ciência medieval das conclusões cosmológicas e metafísicas de Aristóteles, tornando-se o embrião do pensamento científico moderno. Assim, “se a ciência moderna não nasceu em 1277, essa foi a data em que se tornou possível o nascimento das cosmologias em meio cristão” (KOYRÉ, 2011a, p. 30).

É verdade que os escolásticos medievais não avançaram a ponto de perceber a revolução astronômica que viria a ser desencadeada pelos seus sucessores renascentistas, mas descobriram falhas e rejeitaram explicações da lógica aristotélica. E, embora tenham criado alguns conceitos que se tornariam essenciais para os

---

escolástica no tecido do pensamento aristotélico. A maioria dessas teorias também incorporavam conceitos-chaves criados pela ciência escolástica. E mais importante do que estes conceitos é a atitude que os cientistas modernos herdaram de seus predecessores medievais: uma fé ilimitada no poder da razão humana para resolver os problemas da natureza. (Tradução nossa).

<sup>23</sup> Copérnico estudou-os lá no final do século XV, e seu retorno a esses clássicos da ciência antiga o torna herdeiro de Aristóteles e Ptolomeu. (Tradução nossa).

revolucionários como Copérnico, o termo “escolástico” adquiriu um sentido pejorativo. Na visão de Koyré (2011b),

[...] esse quadro não é totalmente falso. Tampouco é totalmente verdadeiro. A Idade Média teve sua época de profunda barbárie política, econômica e intelectual, época que se estende mais ou menos do século VI ao século XI. Mas teve também uma época extraordinariamente fecunda, época da vida intelectual e artística de uma intensidade sem par, que se estende do século XI ao século XIV, e à qual devemos, entre outras coisas, a arte gótica e a filosofia escolástica (KOYRÉ, 2011b, p. 15).

Se por um lado os escolásticos pecaram por serem pouco inovadores, por outro se deve a eles a promoção das obras filosóficas clássicas da antiguidade na Europa. Era comum entre os escolásticos buscarem provar a compatibilidade da fé cristã com o saber antigo. São Tomás de Aquino (1225-1274) ao descrever, na *Summa Theologica*, a perfeição do Universo, busca essa adequação às escrituras. Assim também o faz, de forma mais completa, o poeta italiano Dante Alighieri (1265-1321) na sua epopeia *A Divina Comédia* (KUHN, 1995).

A narração de Dante, publicada em 1472, descreve uma viagem que começa na superfície da Terra (esférica) e vai descendo ao interior da Terra por entre os nove círculos do Inferno. Depois de descer até o último círculo o poeta retorna à superfície onde encontra o monte do Purgatório, para, a partir deste ponto, poder ascender às esferas superiores até contemplar, na última esfera, o trono de Deus (ALIGHIERI, 2003). O cenário descrito por Dante é, de forma literal, o Universo de Aristóteles acrescido dos epiciclos de Hiparco e adaptado às escrituras cristãs.

O modelo de Universo descrito por Dante retrata bem o pensamento astronômico que dominava as mentes medievais até pouco depois da morte de Copérnico. Ideias que colocavam a Terra em movimento e descentralizada, embora tenha surgido timidamente no século XIV através de pensadores como Nicolau de Oresme (1320-1383), ainda iam demorar em se popularizar.

Grant (1974) e Kuhn (1995) concordam que o pensamento de Copérnico de uma Terra móvel e periférica pode ter sido antecipado por escolásticos medievais, dentre os quais se destaca a figura de Nicolau de Oresme que no século XIV, em comentários ao texto *Dos Céus* de Aristóteles questiona a imobilidade da Terra ao perguntar sobre o motivo pelo qual um objeto lançado verticalmente sempre regressa ao ponto de partida.

Argumentos que são comumente encontrados nas teorias de Copérnico, Galileu, Newton e Descartes.

Como a tradição que exige que cientistas revelem suas fontes ainda não havia sido criada no século XIV e XV fica difícil ter certeza de que Copérnico ou Galileu leram os textos de Oresme. No entanto, como a crítica escolástica era contínua e circulava intensamente pelo meio erudito europeu da época, há fortes indícios de alguns conceitos-chave do copernicanismo foram retiradas de fontes anteriores (CROMBIE, 1980).

Para Grant (1974), como forte exemplo da influência escolástica na revolução astronômica podemos citar a teoria do impulso (*impetus*), criada por João Buridano (1300-1358), professor de Oresme, e alicerçada sobre o conceito da física aristotélica que tentava explicar o movimento de projéteis. De acordo com a teoria de Aristóteles um projétil lançado verticalmente deslocar-se-ia em linha reta para o centro da Terra regressando ao seu ponto de partida e ignorando o impulso ou força motriz do projetor no momento do lançamento, algo que Buridano aplicou em sua teoria.

Por considerar a influência da força motriz no movimento dos projéteis a teoria do impulso de Buridano substituiu a dinâmica aristotélica nos estudos dos principais cientistas da Baixa Idade Média e “*on a number of occasions and in a variety of ways the impetus theory played an essential role in the Copernican Revolution*”<sup>24</sup> (KUHN, 1995, p. 120), visto que Copérnico provavelmente a conheceu em Pádua quando lá estudou.

No entanto, todas essas renovações nos conceitos astronômicos que borbulhavam no pensamento dos cientistas e filósofos pré-copernicanos, tinham que lidar com o peso, ao qual era submetido todo o pensamento medieval europeu, de um dogma imposto por uma igreja que negligenciava toda a ciência natural.

Apesar disso, a atividade científica não ficou estacionada durante a Idade Média, e, embora pouca inovação tenha surgido na área da astronomia, houve avanços em outras áreas como nas “[...] ciências matemáticas, bem como no desenvolvimento da noção de

---

<sup>24</sup> Em várias ocasiões e de várias maneiras, a teoria do impulso desempenhou um papel essencial na Revolução Copernicana. (Tradução nossa).

leis naturais e do método experimental” (HENRY, 1998, p. 14). A crítica escolástica à teoria de Aristóteles também teve papel essencial na preparação para o surgimento da Revolução Copernicana e seu posterior triunfo.

#### 1.4. A astronomia na época de Copérnico

Assim, comecei eu também a especular em relação à mobilidade da Terra.

Nicolau Copérnico

O polonês Nicolau Copérnico viveu entre os anos de 1473 e 1543. Fez seus primeiros estudos na sua cidade natal, Torun e aos dezoito anos matriculou-se na Universidade de Cracóvia, onde conheceu a astronomia medieval enraizada na física aristotélica.

Por influência do tio, Lucas Watzenrole, transferiu-se para a Universidade de Bolonha, onde se tornou colaborador do astrônomo Domenico Maria Novara e realizou sua primeira observação astronômica em 1497: a ocultação pela Lua da estrela Aldebarã.

Em 1501 seu tio, então bispo de Warmie, o concede o cargo de cônego<sup>25</sup>, e já que os estatutos da ordem concediam uma bolsa para término dos estudos, Copérnico solicitou dois anos para estudar medicina na renomada Universidade de Pádua (VERDET, 1991).

Ao final da licença e sem diploma (porque o curso de medicina durava três anos), dirigiu-se à Universidade de Ferrara onde foi proclamado doutor em direito canônico. Logo após voltou à Polônia, estabelecendo-se em Warmie, primeiramente como secretário do seu tio e, depois da morte deste, assumiu as funções de cônego em Frombork. Ali, naquela cidadezinha isolada da Polônia encontrou a inspiração para desenvolver a obra de sua vida o *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (VERDET, 1991; MOURÃO, 2003a).

---

<sup>25</sup> Cônego é um padre que faz parte de um colegiado em uma diocese, exercendo funções religiosas e administrativas (FERREIRA, 2013). Porém, até a Idade Média, o título de cônego era mais político do que religioso (MOURÃO, 2003a).



Nesse período, o conhecimento astronômico europeu estava dominado pelo pensamento escolástico, sob forte influência da tradição aristotélico-ptolomaica e, para a maioria das pessoas na Europa, a astronomia era vista quase como um campo científico novo, pois,

*[...] though the works of both Aristotle and Ptolemy were translated by the end of the twelfth century, Aristotelian logic, philosophy, and cosmology were assimilated far more rapidly than developed Ptolemaic astronomy. Thirteenth-century metaphysics rivals Aristotle's in profundity; fourteenth-century physics and cosmology exceed Aristotle's in depth and logical coherence. But Europeans produced no indigenous astronomical tradition to rival Ptolemy's until the middle of the fifteenth century, if then<sup>26</sup> (KUHN, 1995, pp. 124-125).*

No entanto, no tempo de Copérnico a Europa passava por um período de ebulição intelectual e científica e a astronomia não poderia ficar de fora dessa revolução. Ainda porque, como esclarece Kuhn (*Op. cit.*), em períodos de convulsão social aumentam-se as possibilidades de ocorrerem inovações radicais na ciência.

Ao mesmo tempo em que Copérnico desenvolvia sua teoria que viria a reorganizar o Universo, a Europa vivia o Renascimento, com suas viagens e explorações enquanto, em outra frente, Lutero e Calvino desafiavam o poder e a hegemonia do catolicismo, abalando os dogmas e causando alterações na vida social, cultural e política.

Copérnico tinha dezenove anos quando Colombo chegou à América e à medida que as navegações avançavam e novas terras cada vez mais longínquas eram descobertas aumentava-se a necessidade de se melhorar os mapas e as técnicas de navegação, o que só era possível pelo conhecimento dos céus, criando a necessidade de bons astrônomos (COUPER & HENBEST, 2009).

Mas talvez o fato que teve mais efeitos diretos sobre a astronomia no tempo de Copérnico foi à excitação provocada pelos estudos para a reforma do Calendário Juliano<sup>27</sup> que, embora tivesse suas imperfeições detectadas desde o século XIII, as

---

<sup>26</sup> [...] embora os trabalhos de Aristóteles e de Ptolomeu tenham sido traduzidas no final do século XII, a lógica, a filosofia e a cosmologia aristotélicas foram assimilada muito mais rapidamente do que a astronomia ptolemaica. A metafísica do século XIII rivaliza com a de Aristóteles em profundidade; a física e a cosmologia do século XIV excedem a de Aristóteles em conteúdo, coerência e lógica. Porém os europeus não produziram uma tradição astronômica para rivalizar com a de Ptolomeu até a metade do século XV. (Tradução nossa).

<sup>27</sup> Em 46 a. C., o imperador romano Júlio César (100 – 44 a. C.), com o objetivo de corrigir as imperfeições no antigo calendário lunisolar romano que, segundo cálculos da época, já estava atrasado 67 dias em relação ao ciclo das estações, promoveu uma reforma que resultou na adoção de um novo

observações astronômicas até aquele momento não permitiram o surgimento de uma proposta reformista verdadeira e autêntica. Segundo Kuhn (1995), as discussões para reforma do calendário, que foi tomada como projeto oficial da Igreja Católica, permitiu, pela primeira vez, que se questionassem as técnicas de cálculo existentes, o que dava certa liberdade a inovadores como Copérnico.

Copérnico chegou a ser consultado sobre a reforma do calendário, mas se negou a participar, pois segundo ele próprio anuncia no prefácio do *De Revolutionibus*, as teorias e os dados existentes não permitiam uma reforma verdadeira e os matemáticos, que deveriam desenvolver os cálculos do novo calendário, encontravam-se inseguros frente às novas descobertas (COPÉRNICO, 1566/1996). Segundo Copérnico, a reforma do calendário passaria pela reforma da astronomia. De fato, o Calendário Gregoriano<sup>28</sup>, que foi adotado em 1582, utilizou os trabalhos de Copérnico como base para seus cálculos.

Não podemos esquecer que no século XV a Europa passava por uma renovação intelectual e redescoberta da literatura antiga. A análise dos clássicos originais gregos sobre matemática e astronomia permitiu identificar falhas no modelo ptolomaico que as traduções árabes imputaram ao longo dos séculos, ou seja, “[...] *making available sound texts of ancient authors, fifteenth-century scholars helped Copernicus' immediate predecessors to recognize that it was time for a change*”<sup>29</sup> (KUHN, 1995, p. 127).

Com todas as inovações e realizações infiltrando-se no cotidiano das pessoas, os ideais e instituições medievais começaram a enfraquecer e serem contestados. Ganha força o humanismo e sua volta aos clássicos greco-romanos, e embora o humanismo se opusesse a toda tradição escolástica presente nas universidades, sua postura antiaristotélica contribuía para fomentar a crise na antiga teoria e abria caminho para cientistas como Copérnico, Galileu e Kepler romperem com os conceitos de Aristóteles e buscarem uma nova teoria. Como nos diz Kuhn (1996):

---

calendário solar composto por ciclos de quatro anos, três de 365 dias e um de 366 dias (ano bissexto). Este novo calendário ficou conhecido como Calendário Juliano (CASACA, 2009).

<sup>28</sup> A partir de 1545, buscando corrigir o erro entre o ano solar e ano civil que já causava um atraso de 10 dias no Calendário Juliano, a Igreja Católica começou a estudar uma reforma no calendário. Finalmente, em 1582, o papa Gregório XIII (1502 - 1585), implantaria o novo calendário, que ficou conhecido como Calendário Gregoriano (CASACA, 2009).

<sup>29</sup> [...] disponibilizando textos de autores antigos, os estudiosos do século XV ajudaram os predecessores imediatos de Copérnico a reconhecer que era hora de uma mudança. (Tradução nossa).

A emergência de novas teorias é geralmente precedida por um período de insegurança profissional pronunciada, pois exige a destruição em larga escala de paradigmas e grandes alterações nos problemas e técnica da ciência normal. Como seria de esperar, essa insegurança é gerada pelo fracasso constante dos quebra-cabeças da ciência normal em produzir os resultados esperados. O fracasso das regras existentes é o prelúdio para uma busca de novas regras (KUHN, 1996, p. 95).

Assim, pela primeira vez depois de quase quinze séculos de estagnação a astronomia passava por um processo de renovação. A abrangência e, principalmente, as consequências dessa renovação iremos descobrir nos próximos tópicos.

### 1.5. A Revolução Copernicana: a astronomia quebrando paradigmas

Seguindo Platão e os pitagóricos – os maiores matemáticos daquela era de ouro – Copérnico julgou que para determinar a causa dos fenômenos devia atribuir movimentos circulares à Terra esférica.

Joachim Rheticus

No tópico anterior analisamos os fatores que antecederam a Revolução Copernicana. Agora vamos nos voltar diretamente para a Revolução que abalou os paradigmas da astronomia até então aceitos e que teve como estopim a publicação da obra *De Revolutionibus Orbium Caelestium* de Nicolau Copérnico em 1543.

Faz-se importante ressaltar que no tempo de Copérnico a Europa passava por um período de transição do medieval para o moderno. Copérnico frequentou universidades medievais, mas que já estavam de alguma maneira, impregnadas por ideias renascentistas que defendiam, entre outras coisas, à volta aos clássicos gregos. O neoplatonismo, com toda a importância de divindade que concede ao Sol, fica evidente na apresentação do *De Revolutionibus*:

No meio de todos encontra-se o Sol. Ora quem haveria de colocar nesse templo, belo entre os mais belos, um tal luzeiro em qualquer outro lugar melhor do que aquele donde ele pode iluminar todas as coisas ao mesmo tempo? Na verdade, não sem razão, foi ele chamado o farol do mundo por uns e por outros a sua mente, chagando alguns a chamar-lhe o seu Governador. Hermes Trismegisto apelidou-o de Deus visível e Sófocles em *Electra*, o vigia universal. Realmente o Sol está como que sentado em um

trono real, governado a sua família de astros, que giram à volta dele (COPÉRNICO, 1566/1996, pp. 52-53).

Nessa época, antes dos trabalhos de Copérnico, o paradigma dominante era a astronomia ptolomaica. “Esse domínio dura há quatorze séculos. Se não é o próprio *Almagesto*, é em suas adaptações e em seus comentários que os estudantes aprendem a astronomia” (VERDET, 1991, p. 73). No entanto, esse paradigma passava por uma crise epistemológica (KUHN, 1996).

Para Kuhn (1996) as crises, ao questionarem os princípios da ciência em questão, abrem caminho para o surgimento de novas teorias e conduzem a mudanças de paradigmas. Tal crise na astronomia do século XVI é descrito pelo autor da seguinte forma:

[...] Quando de sua elaboração, no período de 200 a.C. a 200 d.C., o sistema precedente, o ptolomaico, foi admiravelmente bem sucedido na predição da mudança de posição das estrelas e dos planetas. Nenhum outro sistema antigo saía-se tão bem: a astronomia ptolomaica é ainda hoje usada para cálculos aproximados; no que concerne aos planetas, as predições de Ptolomeu eram tão boas como as de Copérnico. Porém, quando se trata de uma teoria científica, ser admiravelmente bem sucedida não é a mesma coisa que ser totalmente bem sucedida. Tanto com respeito às posições planetárias, como em relação aos equinócios, as predições feitas pelo sistema de Ptolomeu nunca se ajustaram perfeitamente às melhores observações disponíveis. Para numerosos sucessores de Ptolomeu, uma redução dessas pequenas discrepâncias constituiu-se num dos principais problemas da pesquisa astronômica normal [...] (KUHN, 1996, pp. 95-96).

Segundo o autor supracitado, ao contrário de Copérnico, os ptolomaicos queriam resolver os problemas aplicando as mesmas técnicas sobre o mesmo sistema geocêntrico decadente e adaptando os cálculos aos fenômenos. Porém, quando as dificuldades começaram a ser vistas como anomalias inadaptáveis evidenciaram o fracasso técnico e colocaram em crise o paradigma ptolomaico.

Certamente o fracasso da atividade técnica normal de resolução de quebra-cabeças não foi o único ingrediente da crise astronômica com a qual Copérnico se confrontou. Um estudo amplo discutiria igualmente a pressão social para a reforma do calendário, a crítica medieval a Aristóteles, a ascensão do neoplatonismo da Renascença, bem como outros elementos históricos significativos. Mas ainda assim o fracasso técnico permaneceria como o cerne da crise, visto que “[...] fatores externos possuem importância especial na determinação do momento do fracasso do paradigma, da facilidade com que pode ser reconhecido e da área onde, devido a uma concentração da atenção, ocorre pela primeira vez o fracasso” (KUHN, 1996, p. 97).

Para Westfall (2001), o paradigma ptolomaico se sustentava em três pilares fundamentais: o geocentrismo, que colocava a Terra imóvel no centro do Cosmos; a dicotomia do Universo, que separava o Cosmos em um mundo terreno mutável, que vai da Terra ao orbe da Lua de um mundo imutável para além do orbe lunar; e o movimento circular uniforme, que era o único movimento aceito para os astros.

Com a publicação de sua teoria, Copérnico claramente identifica e corrige alguns dos erros presentes na teoria astronômica de seu antecessor. Ao retirar a Terra do centro do Universo e a colocar girando ao redor do Sol como os demais planetas conhecidos, derruba-se o primeiro e mais significativo dos pilares ptolomaicos, o geocentrismo (VERDET, 1991).

Copérnico não se expressa sobre a dicotomia do Universo, mas ao determinar que a Lua é apenas um satélite que gira em torno da Terra essa separação fica insustentável. Em relação ao movimento da Terra, ele supõe um movimento tríplice, a saber: um movimento rotacional de oeste para leste que determina o dia e a noite, um movimento que descreve o plano da eclíptica terrestre e um movimento anual inclinado de leste para oeste (VERDET, 1991; WESTFALL, 2001).

Apesar de tudo que foi exposto anteriormente a teoria de Copérnico foi duramente atacada pelos conservadores, pois, como a história nos mostra, mudanças muitas vezes (para não dizer sempre) são acompanhadas de muita resistência (KUHN, 1996), e com a teoria copernicana não seria diferente. O próprio Copérnico relutava em divulgar suas ideias, quando entra em cena uma personagem muito importante na Revolução: Joachim Rheticus (1514-1574).

Em 1539 Rheticus chegou a Frombork para estudar com Copérnico, que tinha mais de sessenta anos e a muito meditava sobre sua teoria. Logo se propôs a estudar o manuscrito do *De Revolutionibus*, que a essa altura já tinha seu essencial redigido. Rheticus se entusiasmou com o novo modelo de sistema e, após um ano de estudo, redigiu uma explicação resumida da teoria de Copérnico sob a forma de uma carta que endereçou ao amigo astrônomo e matemático Johannes Schöner. Intitulava-se *Narratio Prima* e é considerada a primeira obra impressa sobre a teoria copernicana (VERDET, 1991).

Enquanto muitos críticos acusavam Copérnico de apenas transpor para a linguagem matemática do heliocentrismo as construções geocêntricas de Ptolomeu, Rheticus foi, desde o início, defensor incansável da teoria heliocêntrica, sempre destacando o avanço da teoria de seu mestre em relação à antecessora, como tão bem nos expõe Verdet (1991):

[...] a reforma de Copérnico não se reduz à simples tradução do sistema de Ptolomeu em um sistema ligado ao Sol. Sem dúvida as teorias geocêntrica e heliocêntrica dão conta igualmente das aparências, são equivalentes do ponto de vista observacional, mas o heliocentrismo introduz uma nova relação entre a observação e a teoria. A teoria geocêntrica se limita a uma descrição pura e simples dos movimentos celeste, e necessita de uma constante adaptação das hipóteses aos dados da observação; [...] inversamente à essa teoria “fraca”, a teoria heliocêntrica forma um sistema racionalmente ordenado (VERDET, 1991, pp. 78-79, destaque do autor).

E completa:

[...] para Rheticus, as hipóteses de Ptolomeu e de Copérnico não são equivalentes: a reforma copernicana não é uma simples mudança de referencial, não consiste apenas em deslocar da Terra ao Sol a origem de uma descrição, e sim numa verdadeira modificação do modelo mesmo do Sistema Solar. [...] de agora em diante as velocidades das revoluções dos orbes se relacionam com a distância deles ao Sol (*Ibidem*, p. 79).

É sabido que Copérnico não foi o primeiro a sugerir o movimento da Terra e ele mesmo não afirma ser autor dessa descoberta, citando, no prefácio de sua obra, os autores antigos que já defendiam essa ideia (COPÉRNICO, 1566/1996). O que torna o trabalho de Copérnico inovador em relação aos demais existentes até então é justamente o uso da matemática para comprovação de sua teoria. Nas palavras de Kuhn (1995),

*The Copernican Revolution was not primarily a revolution in the mathematical techniques employed to compute planetary position, but it began as one. In recognizing the need for and in developing these new techniques, Copernicus made his single original contribution to the Revolution that bears his name. [...] Copernicus' mathematics distinguish him from his predecessors, and it was in part because of the mathematics that his work inaugurated a revolution as theirs had not*<sup>30</sup> (KUHN, 1995, pp. 143-144).

Copérnico tinha plena consciência de que suas ideias iam de encontro aos dogmas estabelecidos e perpetuados pela religião e filosofia durante séculos. Foi muito

---

<sup>30</sup> A Revolução Copernicana não foi primariamente uma revolução nas técnicas matemáticas empregadas para calcular a posição planetária, mas começou como isso. Ao reconhecer a necessidade e o desenvolvimento dessas novas técnicas, Copérnico fez sua contribuição original à Revolução que leva seu nome. [...] A matemática de Copérnico o distingue de seus predecessores, e foi em parte por causa da matemática que seu trabalho inaugurou uma revolução como a deles não tinha feito. (Tradução nossa).

cauteloso ao expor suas opiniões. Prova disso é que em 1514 ele divulgou anonimamente nos meios universitários e religiosos um pequeno tratado manuscrito intitulado *De Hypothesibus Motuum Coelestium a se Constitutis Commentariolus*, no qual expõe as suas primeiras conclusões sobre os cálculos utilizados na concepção de sua tese, no qual já afirmava que a Terra não é o centro do Universo, mas apenas um entre outros planetas que gira em torno do Sol e assegura que o movimento das estrelas no céu do movimento da Terra (COUPER & HENBEST, 2009).

Com essa ação Copérnico parecia testar os efeitos da sua teoria e, talvez sem querer, causava o primeiro abalo no velho paradigma. Para Kuhn (1996) “uma teoria científica, após ter atingido o *status* de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la” (KUHN, 1996, p. 108). E foi justamente este o diferencial de Copérnico: ele ofereceu uma alternativa.

Na verdade, a teoria de Copérnico criou um verdadeiro dilema no mundo científico. Até aquele momento o *Almagesto* era a expressão máxima de uma cosmologia, que englobava uma visão de mundo aceita tanto pela ciência como pela igreja, pautada em ferramentas da física de Aristóteles e em uma astronomia prática. Copérnico propôs uma nova cosmologia que não era compatível com a física aristotélica. Diante disso, restava aos cientistas da época duas opções: aderir à nova cosmologia, repudiar a física de Aristóteles e buscar construir uma nova física, ou se manter na tradição aristotélica e rejeitar o heliocentrismo (KUHN, 1995).

Referindo-se ao trabalho de Copérnico, Tyson (2015) faz o seguinte comentário sobre a sua relevância para o mundo científico:

Embora não tenhamos nenhuma garantia de que o princípio copernicano pode nos guiar corretamente em todas as investigações científicas, ele proporciona um contrapeso útil à nossa tendência natural de pensar em nós mesmos como especiais. Ainda mais importante é que o princípio tem um excelente taxa de sucesso até agora, deixando-nos mais humildes a cada vez: a Terra não ocupa o centro do Sistema Solar, nem o Sistema Solar ocupa o centro da galáxia da Via Láctea, nem a galáxia da Via Láctea o centro do Universo [...] (TYSON, 2015, p. 243).

Assim, podemos dizer que Copérnico iniciou uma revolução na astronomia, ao apresentar ao mundo uma teoria planetária completamente nova. No entanto, essa revolução precisava ser completada. Kepler e Galileu, na primeira metade do século

XVII, embora seguindo por caminhos diferentes, iram dar continuidade a esse processo revolucionário.

Na sequência, analisaremos como se deu a aceitação e difusão do heliocentrismo e como os sucessores de Copérnico – especialmente Kepler e Galileu – transformaram uma ideia limitada e com pouca aceitação no meio científico em uma revolução radical, que iria romper e substituir definitivamente com a cosmologia aristotélico-ptolomaica.

### 1.6. Aceitação e difusão do heliocentrismo

Na sua totalidade, o *De Revolutionibus* parece mais uma obra elaborada com base nas ideias astronômicas dos antigos e medievais do que ligada às gerações que o sucederam. Mas foi com base nessas ideias que Kepler e Galileu conseguiram tornar visível o que Copérnico não conseguiu antever em sua obra.

Ronaldo Rogério de Freitas Mourão

Em 1543, ano da publicação do *De Revolutionibus*, também é o ano da morte de Copérnico. Coube então a seus sucessores darem prosseguimento à revolução, pois, como vimos, embora a difusão do heliocentrismo tenha começado antes dessa data pela circulação do *Commentariolus* do próprio Copérnico e do *Narratio Prima* de Rheticus, foi com o *De Revolutionibus* que esta teoria fincou verdadeiramente suas raízes.

O primeiro impacto após a publicação do *De Revolutionibus* foi de ceticismo, ainda porque o autor, inteligentemente para evitar a repressão, dotou o livro de uma linguagem quase ilegível para não astrônomos. Mesmo assim, aos poucos, uns após outros, foram tendo que reconhecer que o livro de Copérnico era o único até então capaz de substituir o *Almagesto* de Ptolomeu. Duas décadas depois já havia se tornado referência para quem buscava resolver problemas astronômicos (KUHN, 1995).

A relativa popularidade conseguida pela obra de Copérnico não significa o sucesso de sua tese. Como esclarece Kuhn (1995, p. 186) geralmente a maioria dos “*authors who applauded Copernicus' erudition, borrowed his diagrams, or quoted his determination*



*of the distance from the earth to the moon, usually either ignored the earth's motion or dismissed it as absurd.*”<sup>31</sup> Para grande parte dos astrônomos do século XVI a fé em uma Terra imóvel ainda era inabalável.

A maioria dos eruditos da época, por falta de conhecimento técnico ou por conveniência, simplesmente ignorava a parte do *De Revolutionibus* que falava do movimento da Terra. Outros ainda tentaram desqualificar Copérnico e seus seguidores. Os primeiros ataques vieram de poetas e filósofos, o que era muito relevante, uma vez que, “[...] *was from poets and popularizers rather than from astronomers that most people in the sixteenth and seventeenth century, as today, learned about the universe*”<sup>32</sup> (KUHN, 1995, p. 190). Esses pensadores, por não serem cientistas, mantinha um conservadorismo astronômico em defesa dos textos clássicos.

Durante toda a segunda metade do século XVI e início do século XVII, poetas e religiosos evocavam as tradições e os textos bíblicos para atacar a obra de Copérnico, rotulando os copernicanos de ateus e infiéis. Finalmente, no auge da Contrarreforma, e percebendo que a proposta de Copérnico criava muitos problemas para a crença cristã, o *De Revolutionibus* foi incluído, em 1616, no *Index Librorum Prohibitorum*<sup>33</sup> (CHASSOT, 1994) e de onde só foi retirado em 1822. Todo cristão ficava então proibido de ensinar ou até mesmo ler os textos copernicanos.

Mas o heliocentrismo não tinha só inimigos, esta teoria também seduziu muitos cientistas e pensadores, alguns pela ideia de uma nova cosmologia e outros, como o dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), pela sua harmonização matemática.

Tycho foi um proeminente astrônomo da segunda metade do século XVI. Não era um inovador, estava muito ligado ao aristotelismo, sendo, desse modo, opositor do heliocentrismo, porém, embora conservador, também era um exímio observador astronômico e mesmo se opondo às ideias de Copérnico, seu trabalho de observação

---

<sup>31</sup> Autores que aplaudiram a erudição de Copérnico, serviram-se de seus diagramas, ou citaram sua determinação da distância da Terra à Lua, geralmente ignoraram o movimento da Terra ou o descartaram como absurdos. (Tradução nossa).

<sup>32</sup> [...] era a partir de poetas e popularizadores, e não de astrônomos, que a maioria das pessoas nos séculos XVI e XVII, assim como hoje, aprendia sobre o Universo. (Tradução nossa).

<sup>33</sup> Entre 1545 e 1563, em reação ao movimento de reforma protestante liderado por Martinho Lutero, a Igreja Católica realizou o Concílio de Trento, no qual foram estabelecidas, entre outras medidas, a volta do Tribunal do Santo Ofício, a formação da ordem religiosa da Companhia de Jesus e a criação de uma lista de livros proibidos, a *Index Librorum Prohibitorum* (SEFFNER, 1993).

ajudou a difundir as ideias copernicanas ao repudiar aspectos importantes da cosmologia aristotélico-ptolomaica. (KUHN, 1995)

Em 1572, quando ainda estava no início de sua carreira, Tycho notou o aparecimento de um corpo celeste novo na constelação de Cassiopeia – que hoje sabemos que foi a explosão de uma estrela supernova – que brilhava tanto quanto Vênus no céu por quase dois anos e depois desapareceu. Esta observação fez Tycho questionar a imutabilidade do Universo, um dos pilares da cosmologia clássica.

“A observação da ‘estrela nova’, que verificou estar muito distante, sugeriu-lhe uma nova concepção de Universo: o céu não era imutável nem limitado. Essa concepção significou um rompimento com a tradição aristotélica” (CHASSOT, 1994, p. 99, destaque do autor). A Terra e o firmamento não eram tão diferentes como se pensava.

Os trabalhos de Tycho mostram que, depois da publicação do *De Revolutionibus*, todos os astrônomos que o sucederam, independentemente de concordarem ou não com o copernicanismo, não poderiam mais barrar as reformas na astronomia. Embora Tycho se opusesse aos princípios heliocêntricos, seu melhor assistente, Johannes Kepler (1571-1630), valendo-se das observações do mestre transformou a inovação de Copérnico na solução adequada para sanar os problemas das órbitas dos planetas.

Johannes Kepler foi o maior astrônomo matemático da sua época. Totalmente convencido de que o Sol encontra-se no centro do Universo, ele estava obstinadamente determinado a investigar como os planetas – incluindo a Terra – giram ao redor do centro do corpo. Kepler acabaria por romper com a antiga convicção de que os corpos celestes deslocam-se em círculos, e a determinar que os planetas seguem por caminhos elípticos com formato de um ovo (COUPER & HENBEST, 2009, p. 109).

Kepler sempre foi um admirador do copernicanismo e da concepção de um sistema planetário baseado na centralização do Sol. Na abertura do seu primeiro livro *Mysterium Cosmographicum* que foi publicado em 1596, ele faz uma longa e detalhada defesa do heliocentrismo e sua harmonia do Universo, a partir de argumentos físicos, metafísicos e astronômicos.

Realmente, antes de Kepler a astronomia era uma geometria celeste e essencialmente descritiva. Foi com a publicação de sua *Astronomia Nova*, fundada sobre as causas, que teve início a síntese entre física e astronomia. A importância primordial da obra de Kepler reside no fato de ter destruído o dualismo entre o mundo celeste e o sublunar. A Terra, o Sol e os planetas foram pela primeira vez considerados como objetos de uma mesma natureza.

Os astros não configuravam mais o quinto elemento da natureza divina conforme sugeria Aristóteles e, portanto, diferiam dos outros quatro elementos: ar, terra, água e fogo. Tal proposição, mais a ordem dada pelas suas leis à incipiente mecânica celeste, promoveram toda a revolução astronômica que se seguiu, desdobrada do pensamento copernicano (MOURÃO, 2003b, pp. 195-196).

Mas embora fosse um copernicano convicto, Kepler também era crítico quanto ao sistema matemático de Copérnico, o que o levou a buscar aprimorar estes cálculos matemáticos dando nova vida à teoria. Estudando os movimentos de Marte e testando vários modelos geométricos que se enquadrasse no modelo orbital “[...] *discovered that theory and observation could be reconciled if the planets moved in elliptical orbits with variable speeds governed by a simple law which he also specified. [...] The problem of the planets had at last been solved, and it was solved in a Copernican universe.*”<sup>34</sup> (KUHN, 1995, p. 212).

Kepler era um matemático neopitagórico ou neoplatônico e como tal acreditava na simplicidade matemática da natureza. A busca desse princípio tem grande relevância na formulação das três leis que resolveriam definitivamente os problemas dos movimentos aparentes dos planetas.

As duas primeiras leis foram publicadas no livro *Astronomia Nova*, em 1609. A Primeira Lei de Kepler ou Lei das Órbitas determina que cada planeta move-se descrevendo uma elipse com o Sol sendo um dos focos, o que faz com que a distância do planeta ao Sol seja variável durante o ano. A Segunda Lei de Kepler ou Lei das Áreas determina que a linha reta que une o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais, de onde se conclui que a velocidade orbital do planeta não é uniforme, ou seja, planetas mais distantes movem-se mais devagar (RUSSEL, 1964; STEPHENSON, 1985).

A Terceira Lei de Kepler ou Lei da Harmonia foi enunciada em 1619 no livro *Harmoniles Mundi* e diz que o quadrado do período orbital dos planetas em torno do Sol é diretamente proporcional ao cubo da distância média desse planeta ao Sol, estabelecendo uma relação à velocidade dos planetas com órbitas diferentes (RUSSEL, 1964).

---

<sup>34</sup> [...] descobriu que a teoria e a observação poderiam ser reconciliadas se os planetas se movessem em órbitas elípticas com velocidades variáveis, governadas por uma lei simples que ele também especificava. [...] O problema dos planetas foi finalmente resolvido, e foi resolvido num Universo copernicano. (Tradução nossa).

Ao descobrir as órbitas elípticas e substituir o movimento orbital uniforme dos planetas pela lei das áreas iguais, Kepler aprimora a teoria de Copérnico que ainda fazia uso das órbitas circulares básicas, epiciclos e deferentes advindos da astronomia ptolomaica, o que, na visão de Kuhn (1995) dá credibilidade ao heliocentrismo, pois

*For the first time a single uncompounded geometric curve and a single speed law are sufficient for predictions of planetary position, and for the first time the predictions are as accurate as the observations. The Copernican astronomical system inherited by modern Science is, therefore, a joint product of Kepler and Copernicus. Kepler's system of six ellipses made sun-centered astronomy work, displaying simultaneously the economy and the fruitfulness implicit in Copernicus' innovation<sup>35</sup> (KUHN, 1995, pp. 212-213).*

A versão do copernicanismo de Kepler, ao resolveu os problemas dos movimentos aparentes dos planetas e por conter elementos claramente superiores às teorias que o antecederam, convertia cada vez mais os astrônomos ao heliocentrismo. Faltava algo para convencer os mais ortodoxos, quando em 1609, o cientista italiano Galileu Galilei (1564-1610) observou, pela primeira vez, o céu através de um telescópio. Estava aberto o caminho para a consolidação da grande virada na astronomia.

### 1.7. A grande virada: do geocentrismo ao heliocentrismo

Você se espanta por existirem poucos seguidores da opinião ptolomaica, ao passo que eu me espanto por já haver surgido alguém que a abraçou e a acompanhou.

Galileu Galilei

O italiano Galileu Galilei nasceu em Pisa em 1564. Quando sua família se mudou para Florença foi estudar em um colégio da Companhia de Jesus, chegando a se tornar noviço aos quatorze anos. Seu pai queria que estudasse medicina, porém o que lhe encantava eram a matemática e a física. Tornou-se professor e lecionou em diversas universidades italianas (CHASSOT, 1994).

---

<sup>35</sup> Pela primeira vez, uma única curva geométrica não compacta e uma única lei de velocidade são suficientes para previsões de posição planetária e, pela primeira vez, as previsões são tão precisas quanto as observações. O sistema astronômico copernicano herdado pela ciência moderna é, portanto, um produto conjunto da Kepler e Copérnico. O sistema de Kepler de seis elipses fez funcionar a astronomia centrada no Sol, exibindo simultaneamente a economia e a fecundidade implícita na inovação de Copérnico. (Tradução nossa).

Em 1609, Galileu então com 45 anos lecionava na Universidade de Pádua quando, em uma visita a Veneza, ouviu falar de um instrumento que permitia ver os objetos distantes muito mais próximos. O referido instrumento, inventado um ano antes por um fabricante de óculos holandês chamado Hans Lippershey, consistia na combinação de duas lentes, uma côncava e outra convexa em um tubo: o telescópio (COUPER & HENBEST, 2009).

Contando com seu formidável senso prático, seus conhecimentos científicos e o excelente vidro veneziano, Galileu não tardou em construir seu próprio telescópio. Com seu aparelho pronto ele fez algo que ninguém tinha feito até aquele momento: apontou-o para céu, começando, com esse ato, a derrubar as últimas barreiras que separavam o pensamento filosófico do científico.

No início de século XVII vivia-se o seguinte quadro: apenas o filósofo que estudava as essências era autorizado a dissertar sobre a realidade do mundo. O astrônomo deveria se contentar apenas em calcular; a maioria dos filósofos atribuía a Aristóteles o conhecimento completo e definitivo de tudo; a teologia cristã, no que se refere ao sistema de mundo, era baseada na filosofia de Aristóteles; os sistemas geocêntricos de Ptolomeu e Aristóteles eram dominantes na filosofia e na Igreja. O modelo de Copérnico, apesar de já existente na época, era pouco conhecido. Nesse contexto, Galileu Galilei apontará seu telescópio para o céu e provocará uma verdadeira revolução na ciência (DINIZ, 2013, p. 3).

Nas mãos de Galileu o novo instrumento forneceu dados qualitativos que advogaram a favor do copernicanismo. Para Kuhn (1995), isso viria a consolidar definitivamente o heliocentrismo, visto que

*Every observation disclosed new and unsuspected objects in the sky. Even when the telescope was directed to familiar celestial objects, the sun, moon, and planets, remarkable new aspects of these old friends were discovered. Galileo, who had been a Copernican for some years before he knew of the telescope, managed to turn each new discovery into an argument for Copernicanism. [...] The population of the most crowded constellations increased. The Milky Way, which to the naked eye is just a pale glow in the sky [...], was now discovered to be a gigantic collection of stars, too dim and too little separated to be resolved by the naked eye<sup>36</sup> (KUHN, 1995, 220).*

---

<sup>36</sup> Cada observação revelou objetos novos e insuspeitos no céu. Mesmo quando o telescópio foi direcionado para objetos celestiais familiares, o Sol, a Lua e os planetas, novos aspectos notáveis desses velhos amigos foram descobertos. Galileu, que era copernicano desde alguns anos antes de conhecer o telescópio, conseguiu transformar cada nova descoberta em um argumento em prol do copernicanismo. [...] A população das constelações mais lotadas aumentou. A Via Láctea, que a olho nu é apenas um brilho pálido no céu [...], agora se revelou uma gigantesca coleção de estrelas, muito fracas e muito pequenas para serem decifradas a olho nu. (Tradução nossa).

A primeira década de observação do céu com telescópio fornecia a Galileu cada vez mais argumentos que reforçavam as ideias copernicanas e desacreditavam os dogmas aristotélicos. Argumentos tais como a aparente infinidade de estrelas, que colocava em cheque o Universo finito; observações detalhadas da superfície lunar, com suas montanhas e crateras, muito parecidas com a topografia da Terra, levantando dúvidas sobre a tradicional separação entre as regiões terrestre (imperfeita) e celeste (perfeita); as manchas solares que apareciam e desapareciam, indicando uma rotação solar, o que entrava em conflito com a ideia de imutabilidade do Cosmos e argumentando a favor do movimento da Terra (GALILEI, 1987).

Após a identificação das características das manchas solares Galileu deduziu o possível movimento da Terra, partindo do conceito de harmonização do Universo. No entanto, a perseguição da Igreja Católica ao *De Revolutionibus* e à cosmologia copernicana, fez com que Galileu passasse a evitar tratar do movimento da Terra.

Deixando o movimento da Terra de lado Galileu voltou-se para os planetas. Quando apontou seu telescópio para Júpiter observou quatro pontos de luz que pareciam rodear o planeta tal como a Lua rodeia a Terra. Acabara de identificar os quatro principais satélites de Júpiter e, de acordo com Verdet (1991), essa descoberta teve um forte impacto na sociedade da época, pois significava a existência de “novos” mundos. Essa descoberta era a que faltava para completar o seu livro *Sidereus Nuncius* (O mensageiro das estrelas), que fica pronto no dia 12 de março de 1610.

As observações de Galileu multiplicavam os argumentos a favor do copernicanismo e do Universo infinito. Para Koyré (1992), os argumentos que derrubaram o conceito de Universo finito foram essenciais para o desenvolvimento da Revolução Científica do século XVII e a concepção de uma nova física, pois sabemos que

É em função da astronomia que se elabora [...] a nova física; mais precisamente em função dos problemas postos pela astronomia copernicana, e, especialmente, da necessidade de responder aos argumentos físicos apresentados por Aristóteles e por Ptolomeu contra a possibilidade do movimento da Terra (KOYRÉ, 1992, p. 205).

Os trabalhos e observações de Galileu, se não chegaram a provar a teoria de Copérnico, atuaram como forte propaganda para difundir o copernicanismo para além do mundo astronômico, facilitando a infiltração nos meios intelectuais leigos. Pessoas comuns começaram a mostrar interesse pela astronomia e fazerem suas próprias observações.

*“The beginnings of both popular science and science fiction are to be discovered in the seventeenth century, and at the start the telescope and its discoveries were the most prominent subjects”*<sup>37</sup> (KUHN, 1995, p. 225). Galileu e seu telescópio popularizaram a ciência astronômica, e essa astronomia era copernicana.

Ao contrário de Kepler e Copérnico que falavam uma linguagem apenas acessível aos astrônomos profissionais, as descobertas de Galileu, devido principalmente ao advento do telescópio, eram acessíveis a não especialistas. Se por um lado isso deslocava definitivamente o copernicanismo da esfera esotérica à científica, por outro causava muita inquietação entre os tradicionalistas. A oposição, como era de se esperar, não tardou a acontecer.

*The continuing opposition to the results of telescopic observation is symptomatic of the deeper-seated and longer-lasting opposition to Copernicanism during the seventeenth century. Both derived from the same source, a subconscious reluctance to assent in the destruction of a cosmology that for centuries had been the basis of everyday practical and spiritual life. [...] Even today the newspapers occasionally report the dicta of a dotard who insists upon the uniqueness and stability of the earth. Old conceptual schemes never die!*<sup>38</sup> (KUHN, 1995, pp. 226-227).

A grande resistência ao copernicanismo se deve ao fato de que velhos conceitos não desaparecem facilmente. Portanto, o sucesso do heliocentrismo se deu de forma gradual e lenta, à medida que se infiltrava no senso comum, assim como qualquer processo que conhecemos na história das ideias.

Quando em 1642, exatamente um século após a morte de Nicolau Copérnico, Galileu morre em sua casa na qual era mantido a mais de dez anos em prisão domiciliar, não restava quase nada da cosmologia aristotélico-ptolomaica. Restava a seus sucessores consolidar e expandir a teoria copernicana.

---

<sup>37</sup> Os primórdios tanto da ciência popular quanto da ficção científica serão descobertos no século XVII, e no início, o telescópio e suas descobertas foram os assuntos mais proeminentes. (Tradução nossa).

<sup>38</sup> A oposição contínua aos resultados das observações telescópicas é sintomática da oposição mais profunda e duradoura ao copernicanismo durante o século XVII. Ambas derivaram da mesma fonte, uma relutância subconsciente ao assentimento na destruição de uma cosmologia que durante séculos tinha sido a base da vida cotidiana prática e espiritual. [...] Mesmo hoje, os jornais ocasionalmente relatam a opinião de um louco que insiste na singularidade e estabilidade da Terra. Esquemas conceituais antigos nunca morrem! (Tradução nossa).

### 1.8. Consolidação e expansão do heliocentrismo: das leis de Newton às cosmogonias<sup>39</sup> modernas

Se vi mais longe do que os outros homens, foi porque me coloquei sobre os ombros de gigantes.

Isaac Newton

Cem anos depois da publicação do *De Revolutionibus* as ideias de Copérnico já haviam sido refinadas pelo conceito das órbitas elípticas de Kepler e pelos novos dados apresentados pelas observações telescópicas de Galileu. No entanto, para que a Revolução Copernicana se tornasse completa se fazia necessário um ajustamento dos conceitos físicos e cosmológicos.

Nesse mesmo ano nascia na Inglaterra, na pequena cidade de Woolsthorpe, Isaac Newton (1642-1727), que algumas décadas mais tarde seria o responsável por resolver definitivamente os problemas dos movimentos dos corpos celestes e inaugurar “[...] uma nova era na ciência com a publicação em três volumes [*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, publicado em 1687] que introduzia a sua teoria sobre a gravidade e as leis do movimento” (COUPER & HENBEST, 2009, p. 173).

A primeira parte do *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* apresenta oito definições que são a base para a formulação da física newtoniana e que Verdet (1991) nos apresenta:

1) a quantidade de matéria se mede pela densidade e o volume tomados em conjunto; 2) a quantidade de movimento é o produto da massa pela velocidade; 3) a força interior (*vis insita*) da matéria é o poder que ela tem de resistir; é por esta força que todo corpo permanece em estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme; 4) a força aplicada (*vis impressa*) é a ação pela qual o estado do corpo é mudado, seja este estado o repouso ou o movimento retilíneo uniforme; 5) a força centrípeta é a que faz tender os corpos para um dado ponto, como para o centro; 6) a quantidade absoluta da força centrípeta é maior ou menor conforme a eficácia da causa que a propaga do centro; 7) a quantidade aceleradora da força centrípeta é proporcional à velocidade que ela produz em um tempo dado; 8) a quantidade motora da força aceleradora é proporcional ao movimento que produz em um tempo dado (VERDET, 1991, p. 145).

---

<sup>39</sup> Cosmogonia é um conjunto de ideias que procuram esclarecer a formação, a ordem e a evolução do Universo e do Sistema Solar (FARIA, 2009).



Nos 45 anos entre o nascimento de Newton e a publicação de sua teoria surgiram algumas tentativas de explicar a origem e funcionamento do Universo. Um modelo interessante foi proposto pelo pensador francês René Descartes (1596-1650) (MARTINS, 1994).

Descartes era mais um filósofo do que um cientista, mas tentou imaginar o Universo que se originara de um espaço vazio inicial, preenchido por uma substância homogênea, que se quebrara em pequenos corpúsculos que se moviam no vazio e se chocavam continuamente, formando os corpos celestes. Como afirma Kuhn (1995) o modelo de Descartes seguia as premissas do atomismo de Leucipo e Demócrito que, talvez pela sua congruência com o copernicanismo, passava por um momento de renovação no século XVII.

A proposta cosmológica de Descartes adota a teoria copernicana ao colocar a Terra como apenas mais um dos planetas do Sistema Solar e considerar que as estrelas são semelhantes ao Sol e, portanto, podem ter vários planetas que giram ao seu redor. Esclarece as diferenças periódicas observadas nos movimentos dos diferentes planetas, salientando que o turbilhão celeste tem velocidades diferentes em distâncias diferentes em relação ao centro do Sistema Solar. Em relação aos cometas, Descartes os descreve como planetas que passam de um turbilhão para outro. Também procura explicar a formação dos planetas e satélites e a ocorrência de manchas solares (MARTINS, 1994).

O modelo cosmológico de Descartes é bem mais completo do que os anteriores, apresentando mecanismos compreensíveis e aceitáveis para cada fenômeno existente, por isso, teve grande aceitação e dominou o pensamento científico por mais de um século.

Mesmo com todas as virtudes e interesse da comunidade científica a teoria de Descartes tinha uma falha, que foi apontada por Newton: suas deduções eram basicamente intuitivas, sem base matemática, e toda a nova física exigia previsões quantitativas (KUHN, 195). Em *Principia* fica evidente a defesa da necessidade do experimento para se chegar a conclusões sobre os fenômenos naturais.

Na filosofia experimental devemos considerar as proposições inferidas dos fenômenos por uma indução geral como exatas ou ao menos como aproximadamente verdadeiras, não obstante qualquer hipótese contrária que se possa imaginar, até o momento em que outros fenômenos ocorram que as

façam mais exatas ou sujeitas a exceções. Esta regra deve ser seguida para que o argumento da indução não se perca em hipóteses (NEWTON, 1991a, p. 166).

Em toda a sua obra, Newton faz questão de separar hipótese de lei experimental, e assim como em o *Principia*, também em *Optica* deixa bem clara a oposição entre o método cartesiano e o método newtoniano.

Mas até aqui não fui capaz de descobrir a causa das propriedades da gravidade a partir dos fenômenos, e não construo nenhuma hipótese; pois tudo que não é deduzido dos fenômenos deve ser chamado uma hipótese. E as hipóteses, quer físicas ou metafísicas, quer de qualidades mecânicas ou ocultas, não têm lugar na filosofia experimental. Nessa filosofia as proposições particulares são inferidas dos fenômenos, e depois tornadas gerais pela indução. Assim foi que a impenetrabilidade, a mobilidade, a força impulsiva dos corpos, as leis dos movimentos e da gravitação foram descobertas (NEWTON, 1991b, p. 170).

Após as bem fundamentadas críticas de Newton, a teoria de Descartes passa a perder aceitação gradualmente. No entanto, a física newtoniana não substitui a física cartesiana de imediato. Foi necessário meio século para que a lei gravidade fosse plenamente aceita nos meios acadêmicos (KUHN, 1995).

A teoria newtoniana basicamente estabelece os fundamentos para o funcionamento do Universo, unindo as leis da força, do movimento e da gravitação para calcular os movimentos dos corpos celestes. A Lei da Gravitação Universal permanecerá inabalável até o início do século XX, quando Albert Einstein apresentará ao mundo a sua Teoria Geral da Relatividade (COUPER & HENBEST, 2009).

Quando Newton morreu em 1727, o Universo aristotélico já havia sido substituído por uma nova mundividência mais coerente e global. Seus sucessores se debruçaram na tentativa de descobrir as leis físicas que faltavam para explicar o que Newton não explicara: a origem do Universo e do Sistema Solar.

Embora as primeiras tentativas de explicar o surgimento do mundo datem dos primórdios da humanidade, a cosmogonia enquanto ciência começou na primeira metade do século XVII com as ideias cosmogônicas de Descartes, as quais, como aponta Verdet (1991), apesar de apontarem para o heliocentrismo sofreram com o fato

de terem sido formuladas antes da teoria da gravitação. É considerada a primeira cosmogonia evolucionista<sup>40</sup>.

Se a cosmogonia de Descartes, considerada a primeira cosmogonia científica, é considerada evolucionista, a segunda, idealizada por Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), representa o primeiro modelo de cosmogonia catastrofista. Buffon supõe que um cometa ao se chocar com o Sol arrancou um jato de matéria que girando em torno da nossa estrela formou os planetas.

Em 1755, Immanuel Kant (1724-1804) apresenta sua teoria sobre a origem do Universo a partir da física newtoniana. Em seu livro intitulado *História geral da natureza e teoria do céu, ou ensaio sobre a constituição e a origem mecânica do Universo em sua totalidade, de acordo com os princípios de Newton*, Kant apresenta sua cosmogonia, na qual defende que, para explicar o Universo, basta aceitar e seguir a física newtoniana. Nas palavras de Verdet (1991):

[...] [Kant] pega toda a matéria do mundo e dela forma um caos perfeito; depois, a vê, sem o auxílio de ficções arbitrárias, organizar-se conforme as leis estabelecidas da atração. Daí nasce o mundo, bem ordenado, e que parece tão semelhante ao sistema do mundo que conhecemos que ele não pode evitar considerá-lo idêntico. Reconhece-se o passo de Descartes, enriquecido das leis da atração universal (VERDET, 1991, p. 240).

Ao discutir sobre as estrelas, a cosmogonia de Kant é a primeira a admitir que todas as estrelas que vemos no céu se encontram agrupadas e formam sistemas parecidos com o Sistema Solar, porém gigantescos. Nesse sistema, no lugar de planetas haveria estrelas, girando em torno de um centro, e o nosso Sol, por ser uma estrela, também se encontraria em um desses sistemas. Quando, tempos depois, essas ideias formam aceitas, o nome galáxia – que originalmente representa apenas a Via Láctea – passou a ser utilizado para nomear todos os grupos estelares fora do Sistema Solar (MARTINS, 1994).

Na visão de Kant existiriam vários sistemas de copos celestes no Universo: os planetas com suas luas seriam os menores; depois os sistemas planetários, como o Sistema Solar

---

<sup>40</sup> As teorias cosmogônicas que surgiram a partir do século XVII podem ser divididas em dois grandes grupos: as cosmogonias evolucionistas, que defendem que o Cosmos conserva os sinais de sua origem e seu desenvolvimento, evoluindo naturalmente sem intervenção de catástrofes; e as cosmogonias catastrofistas, para as quais o mundo que observamos nasceu de uma catástrofe, para só depois evoluir tranquila e lentamente (VERDET, 1991; FARIA, 2009).

e outros semelhantes girando em torno de outras estrelas; e por fim os sistemas de estrelas (galáxias) girando em torno de um centro, que deve conter uma estrela imensa e muito brilhante<sup>41</sup>.

Ao explicar a origem do Sistema Solar, Kant afirma que a matéria primitiva inicial se encontrava espalhada por todo o Universo na forma de vapor e partículas. Através da gravidade essas partículas se chocam e se reúnem, destruindo sua elasticidade reciprocamente e formando os corpos celestes. O calor presente nesses corpos seria suficiente para produzir a luminosidade própria às maiores esferas (estrelas), enquanto nas esferas menores (planetas e satélites) ela se reduzia ao calor interno das esferas (KANT, 1993).

Embora a teoria de Kant tenha sido bem aceita pela comunidade científica, foi com Pierre Simon de Laplace (1749-1827) que a cosmogonia adquiriu estatuto de ciência. “Não que sua hipótese seja mais científica do que a sua irmã gêmea [a de Kant, surgida quarenta anos antes], mas porque se beneficiou do prestígio e da autoridade do grande estudioso da mecânica celeste que foi seu autor” (VERDET, 1991, p. 241). Também o fato de, ao contrário de Kant, se dedicar somente à formação do Sistema Solar numa uma época em que o Universo era mal conhecido favoreceu a cosmogonia de Laplace.

Publicada em 1796 na obra *Exposição do sistema do mundo*, a Teoria Nebular, como ficou conhecida a teoria de Laplace, considera que o Sistema Solar surgiu a partir de uma nebulosa central e quente, que ao resfriar-se formou anéis de matéria que se contraíram à medida que perdiam calor e, devido a força da gravidade, formaram os planetas e os satélites (FARIA, 2009).

A hipótese nebular dava uma resposta aceitável para explicar as rotações dos planetas no mesmo sentido em torno do Sol e dos satélites ao redor dos planetas e reforça a ideia original de Laplace de que, embora os corpos celestes do Sistema Solar sejam distintos, apresentam relações de regularidade que não podem ser obra do acaso.

Para Verdet (1991),

---

<sup>41</sup> Atualmente sabemos que no centro da Via Látea existe um grande buraco negro, com imenso poder gravitacional. Portanto, o modelo de galáxia atual não difere muito das ideias de Kant.

Seja qual for a natureza da causa do Sistema Solar, visto que produziu e dirigiu os movimentos dos planetas por mais longe que esteja do Sol, é necessário que tenha sido um fluido de extensão imensa. Para ter produzido movimentos quase circulares, todos no mesmo sentido, ao redor do Sol, e quase no plano do seu equador, é preciso que esse fluido cercasse esse astro como uma atmosfera. Portanto, Laplace não parte do caos primitivo de Descartes, mas de um proto-sol cuja atmosfera, em virtude de um calor excessivo, se estende aos confins do sistema atual (VERDET, 1991, p. 242).

A teoria de Laplace se mostra mais mecanicista do que Kant. No entanto, ambas apresentam o Sistema Solar com a mesma regularidade de eventos, desde as hipóteses de formação até o desenvolvimento geral. Suas cosmogonias baseiam-se nos mesmos esquemas lógicos e coerentes de argumentos, o que justifica que não raramente seus trabalhos sejam agrupados sob o mesmo título de “hipótese de Kant-Laplace”.

Após a consolidação da cosmologia newtoniana e da cosmogonia de Laplace poucos trabalhos significativos foram publicados por quase um século. A hipótese nebular de formação do Sistema Solar, por sua simplicidade, clareza e fácil apreensão, reinou quase que absoluta até finais do século XIX.

Nesse intervalo de tempo algumas propostas merecem ser citadas, como os trabalhos do francês Hervé Faye (1814-1902), que tenta solucionar uma das falhas apontadas na cosmogonia de Laplace: a rotação dos planetas (MARTINS, 1994). Laplace defendia que todos os planetas rotacionavam no mesmo sentido da rotação do Sol. Faye, por outro lado, propôs que após a formação dos planetas a partir da nebulosa inicial aqueles que se encontravam dentro da nuvem teriam a rotação igual a do Sol e aqueles que se formassem fora da nuvem teriam a rotação retrógrada. A descoberta da rotação retrógrada de Urano e de um satélite de Netuno pareceu comprovar essa teoria.

Em finais do século XIX, a hipótese nebular começa a sofrer ataques em relação ao fator tempo nos processos de formação do Sistema Solar. A história do Sistema Solar passa dos tradicionais seis mil anos aceitos até o século XVII para 54 milhões de anos. O crescimento de ciências como física, química, biologia, geologia e paleontologia contribuem para provar essas suposições. Com isso, ocorre um declínio da hipótese nebular e uma volta às hipóteses catastrofistas de Kant e Buffon (VERDET, 1991).

No entanto, o retorno às hipóteses catastrofistas não se sustentou por muito tempo. Sucessivos fracassos tanto no campo da dinâmica quanto da física contribuíram para um relançamento da hipótese nebular, aprimorada com uma pitada de catastrofismo.

Este era o cenário da cosmogonia no início do século XX, quando novos conhecimentos astronômicos e revolucionários avanços nas teorias físicas fizeram o mundo científico repensar várias hipóteses a cerca da origem e formação do Sistema Solar e do Universo. No centro dessas descobertas está a Teoria da Relatividade, considerada um marco na transição de uma cosmologia moderna para uma cosmologia contemporânea.

### **1.9. A cosmologia relativista: uma nova ruptura paradigmática na astronomia**

Tentem construir uma representação dos fenômenos complexos  
a partir de algumas proposições relativamente simples. [...]   
Quem nunca cometeu um erro nunca tentou nada novo.

Albert Einstein

Por quase três séculos, desde a publicação do *Principia*, as leis de Newton foram consideradas a melhor maneira para explicar os fenômenos relacionados aos movimentos dos corpos celestes. Nesse período, o desenvolvimento de novas tecnologias juntamente com uma reformulação das teorias físicas tornaram as leis newtonianas limitadas para descrever a mecânica das partículas, culminado com formulação das teorias da relatividade (MARTINS, 2015).

Há duas teorias da relatividade: a Teoria da Relatividade Restrita (1905) e a Teoria da Relatividade Geral (1915). A primeira trata dos fenômenos mecânicos e estabelece a existência de um limite de velocidade na natureza; a segunda trata da gravitação, substituindo a força gravitacional pela noção de curvatura espaço-tempo (EINSTEIN, 2015). Ambas as teorias são resultado de pesquisas de vários cientistas como o holandês Hendrik Lorentz (1853-1928), o francês Henri Poincaré (1854-1912) e o mais famoso que concluiu os trabalhos, o alemão Albert Einstein (1879-1955).

A teoria de Newton determinava a gravidade como uma força de atração exercida entre dois corpos e causada pelas suas massas. O problema existente, já detectado pelo próprio Newton, era explicar a estabilidade do Universo. Uma vez que a gravidade se apresentava sempre como uma força atrativa, nada impediria o colapso total do Cosmos. Para solucionar o problema, Einstein introduziu em suas equações uma constante – a

constante cosmológica –, que determinava um efeito repulsivo, e que foi bem aceita na época (HARRISON, 2000).

Assim, surgia o modelo de Universo estático de Einstein, considerado o primeiro modelo cosmológico relativista. Com isso, a relatividade de Einstein substitui o conceito de gravidade como sendo uma força por uma manifestação que ocorre em consequência da curvatura do espaço-tempo (PAIS, 1982).

Nesse sentido, a cosmologia contemporânea, impulsionada pelas teorias da relatividade causou uma quebra paradigmática, nos termos descritos por Kuhn (1996), nas leis newtonianas, assim como estas haviam rompido com o paradigma aristotélico-ptolomaico, ou seja, em menos de quatrocentos anos a astronomia passava por duas revoluções em seus conceitos e teorias.

Ao mesmo tempo em que Einstein edificava as bases da cosmologia relativista, outros cientistas como o holandês Willem Sitter (1872-1934), o russo Alexander Friedmann (1888-1925) e o belga Georges Lemaître (1894-1966), desenvolveram trabalhos que, também se baseando na Teoria da Relatividade Geral, propunha um Universo em expansão, diferente do Universo estático de Einstein (PAIS, 1982). O modelo de Universo em expansão

[...] supunha que, no início, o Universo seria do tipo proposto por Einstein: um espaço cheio de um gás com densidade praticamente igual em todos os pontos e em equilíbrio. Mas em todo gás existem partículas que se movem e se podem se aproximar ou se afastar, ao acaso. Assim, no espaço poderiam surgir e desaparecer pequenas concentrações de matéria. [...] Quando isso acontecesse, essas nuvens de gás começariam a se contrair, aumentando de densidade e se separando do restante do gás que constitui o Universo inicial (MARTINS, 1994, pp. 144-145).

À medida que os telescópios ficavam mais potentes novos fatos e descobertas eram acrescentados ao já complexo Universo Relativista. Foi através de potentes telescópios que o estadunidense Edwin Hubble (1889-1953) conseguiu obter dados suficientes para provar que as “nebulosas” não eram apenas nuvens de gás como se supunha até então, mas conjuntos de estrelas (SOARES, 2009).

Ao observar o brilho de algumas estrelas em “nebulosas” específicas, Hubble conseguiu calcular as distâncias entre as galáxias e detectar que o Universo está em constante processo de expansão e “[...] concluiu que a velocidade de afastamento das galáxias era

aproximadamente proporcional à distância que as separa de nós” (MARTINS, 1994, p. 143). Esta proposta ficou conhecida como Lei de Hubble e é considerada um dos pilares da cosmologia contemporânea (KANIPE, 1995).

Paralelamente à conclusão da teoria da relatividade por Einstein e ao estudo de movimento inflacionário das galáxias desenvolvido por Hubble, surgia a mecânica quântica que ampliou os conhecimentos sobre radioatividade, átomos e demais partículas subatômicas, e se desenvolvia a física nuclear e suas descobertas sobre fontes de energias antes desconhecidas. Esses novos conhecimentos contribuíram para explicar a formação dos elementos que formam o Universo (MARTINS, 1994).

Diante de tantas novas evidências a astronomia contemporânea evoluiu rapidamente nas primeiras décadas do século XX. Faltava uma teoria plausível para explicar a origem do Universo. Várias propostas foram lançadas, quando em 1947 o ucraniano radicado nos Estados Unidos George Gamow (1904–1968), admitindo um modelo em expansão e relativismo do Universo e utilizando os conhecimentos da física quântica, propôs um modelo cosmológico que ficou conhecido como Teoria do Big Bang, resumidamente explicada por Henrique e Silva (2009) da seguinte maneira:

[...] um Universo primordial muito pequeno, quente e denso, que passou a se expandir e esfriar. No instante inicial, o volume seria nulo, o que caracteriza a chamada singularidade inicial: toda a matéria existente estava concentrada em um ponto, cuja densidade é infinita. Desta forma, o Universo teria sido criado num tempo definido no passado e sua idade hoje é estimada em cerca de 13 bilhões de anos. Estas características do Universo são aceitas pela maioria da comunidade científica atual, constituindo o paradigma vigente (HERNRIQUE & SILVA, 2009, p. 8).

Com o passar dos anos, a Teoria do Big Bang proposta por Gamow foi recebendo contribuições de outros pesquisadores e se transformou no modelo padrão de cosmologia mais aceito pela comunidade científica atual, firmada em três pilares: a abundância dos elementos leves, como hidrogênio, hélio, deutério e lítio; a expansão do Universo; e a radiação cósmica de fundo<sup>42</sup> (KANIPE, 1995).

---

<sup>42</sup> Até a década de 1960 a Teoria do Big Bang dividia a atenção dos cientistas com outra teoria – a Teoria do Universo Estacionário – criada em 1948 por Hermann Bondi (1919-2005), Thomas Gold (1920-2004) e Fred Hoyle (1915-2001). Esta teoria supunha basicamente que o Universo nunca foi nem será diferente do que é agora. Quando, em 1964, dois radioastrônomos estadunidenses – Arno Penzias (1933-) e Robert Wilson (1936-) – provaram a existência de uma radiação fóssil resultante do Universo primordial, que ficou conhecida como radiação cósmica de fundo, foi um duro golpe na teoria estacionária, que aos poucos foi sendo esquecida pela comunidade científica.



No entanto, ao estudar a história da ciência, sabemos que nenhuma teoria pode ter *status* de verdade absoluta. A Teoria do Big Bang é hoje a mais aceita para explicar a origem e evolução do Universo, porém a cada dia instrumentos mais potentes de pesquisa são desenvolvidos e descobrem-se novas informações que podem vir a confirmar ou refutar o paradigma atual (MARTINS, 1994).

Muitas descobertas importantes estão sendo realizadas e que levantas questões ainda precisam de mais estudos, como por exemplo, o mistério da matéria escura; a descoberta de exoplanetas; a estrutura de quasares e buracos negros; a comprovação da existência do Bóson de Higgs (a “partícula-deus”), só pra citar algumas (HENRIQUE & SILVA, 2009).

É verdade que há pouco mais de cem anos não conhecíamos a existência de galáxias, acreditávamos em um Universo estático, estimávamos a idade do Universo em alguns milhões de anos e não sabíamos como é gerada a energia das estrelas. Hoje, através dos avanços da teoria da relatividade geral, das físicas nuclear, quântica e de partículas, temos consciência de que o Universo se encontra em expansão, que foi formado há mais de dez bilhões de anos e conta com bilhões de galáxias.

Além disso, o início do século XXI já pode ser considerado como uma época de mudanças significativas na história da humanidade. Uma verdadeira revolução – a revolução tecnológica – está acontecendo. Na astronomia vive-se a era dos grandes telescópios, modernos computadores e expansão da astronoma espacial.

O processo de mudança de paradigma atinge todas as áreas do conhecimento e instituições (BEHRENS, 2003), inclusive astronômicas. Assim, apesar de tantos avanços ocorridos ultimamente ainda há muito para ser descoberto no Cosmos e precisamos estar cientes que sempre pode haver descobertas inesperadas que rompam com os paradigmas vigentes e abram caminho para um novo paradigma científico.

Até aqui caminhamos pela história da astronomia desde seus primórdios e suas primeiras observações do céu até os dias atuais com todas as realizações que estão ocorrendo no mundo científico. Para finalizarmos a caminhada, dedicaremos um último tópico a analisar a astronomia no Brasil, desde a chegada dos conquistadores europeus em 1500 e o seu desenvolvimento nesses pouco mais de quinhentos anos.

### 1.10. Astronomia no Brasil

[...] ontem, segunda-feira, 27 de abril [de 1500], descemos em terra, eu e o piloto do capitão-mor; tomamos a altura do Sol ao meio-dia e achamos cinquenta e seis graus, e a sombra era setentrional, pelo que julgamos estar afastados da equinocial por dezessete graus, de acordo com as regras do astrolábio. [...] Para o mar é melhor se dirigir pela altura do Sol do que por qualquer estrela; e melhor com astrolábio do que com quadrante ou outro instrumento.

João Emeneslau, astrônomo da esquadra de Cabral

Copérnico tinha 27 anos quando Pedro Álvares Cabral desembarcou, com sua esquadra, em terras que hoje fazem parte do Brasil, em 22 de abril de 1500. Constam de 27 de abril os primeiros registros astronômicos em território brasileiro<sup>43</sup>. Estas primeiras atividades astronômicas foram realizadas por João Emeneslau (Mestre João), físico, médico e astrônomo da esquadra de Cabral.

Os relatos destas observações se encontram numa carta escrita em 27 de abril de 1500 e enviada ao rei de Portugal, D. Manoel, juntamente com a famosa carta de Pero Vaz de Caminha e descoberta pelo historiador Francisco Adolfo de Varnhagen, que, em 1843, tornou-a pública. Este documento descreve o céu austral e pela primeira vez menciona uma constelação em forma de cruz – o Cruzeiro do Sul (FARIA, 2009; GUEDES, 2011).

Como já foi dito no Tópico 1.4, as Grandes Navegações europeias dos séculos XV e XVI necessitavam de astrônomos capazes de produzir novas cartas geográficas que servissem de guia para as viagens ao hemisfério sul. Portanto, novas constelações precisavam ser mapeadas.

Por mais de um milênio, as constelações gregas foram descritas com base no *Almagesto*, de Ptolomeu. Com as grandes navegações houve o reconhecimento de uma parte do céu até então desconhecida dos europeus —

---

<sup>43</sup> Evidentemente que antes da chegada dos conquistadores europeus, os povos indígenas que viviam no território que hoje é o Brasil já possuíam conhecimentos astronômicos. No entanto, uma visão mais detalhada da astronomia brasileira pré-cabralina requer uma investigação mais minuciosa em áreas como arqueoastronomia e etnoastronomia, o que não é nosso propósito nessa tese. Iniciaremos, pois, o estudo da astronomia no Brasil a partir da chegada dos colonizadores portugueses. Para quem deseja mais informações sobre astronomia pré-cabralina recomendamos a leitura da obra *Arqueoastronomia no Brasil*, de AFONSO & NADAL, indicada nas referências bibliográficas deste trabalho.

o céu austral, e eles passaram a buscar um marco celeste que lhes indicasse a latitude, como a Polar fazia no hemisfério norte. As evidências sugerem que os portugueses foram os “inventores” do Cruzeiro do Sul — constelação que sempre aponta para o polo celeste, uma maneira prática de encontrar o sul e estimar a latitude. A “criação” do Cruzeiro do Sul está diretamente associada às grandes navegações dos séculos XV e XVI, sobretudo ao descobrimento do Brasil — episódio-chave na forma de descrever e retratar o céu austral, já que antes dele não foram encontrados relatos nem representações de uma cruz celeste (SILVA, 2013, p. 132, destaques nosso).

As descrições do Cruzeiro do Sul e do céu austral pelos primeiros astrônomos a visitarem o Brasil se devem à necessidade destes conhecimentos. No entanto, o desenvolvimento de uma astronomia em território brasileiro somente começou no século XVII, principalmente depois da invasão holandesa no Nordeste do Brasil em 1630 e a designação do conde Maurício de Nassau como governador, chegando a Recife em 1637 (MATISUURA, 2011).

João Maurício de Nassau (1604-1679) era amante das ciências. Mandou instalar em Recife o primeiro observatório astronômico do Brasil e do hemisfério sul, em 1639. Quem comandava os trabalhos no observatório era o jovem e proeminente astrônomo alemão Georg Marcgrave, autor do primeiro registro documentado da observação de um eclipse solar no hemisfério sul, em 1640 (FARIA, 2009).

Ainda no século XVII merece destaque os trabalhos de Valentin Estancel (1621-1705), um jesuíta nascido na atual República Tcheca que, além de ser o primeiro a lecionar astronomia no Brasil, também se destacou na observação de cometas. Seu trabalho resultante da observação de um cometa em 5 de março de 1668 em Salvador teve destaque na Europa, sendo publicado no *Giornale dei Letterati*, da Itália, em setembro de 1673, e, posteriormente traduzida para o inglês em Londres sob o título de *Philosophical Transactions* e publicado pela *Royal Society* (CAMENIETZKI, 1999).

Em 1687 Isaac Newton usou as informações de seu trabalho ao formular a teoria clássica da gravitação universal, fato citado pelo próprio autor no seu *Philosophiae naturalis principia mathematica*, quando dedica um considerável espaço às observações de Estancel (NEWTON, 1991a).

Como nos esclarece Faria (2009) na maior parte dos séculos XVIII e XIX a astronomia no Brasil ficou restrita a observações realizadas por padres jesuítas ou alguns cientistas estrangeiros que se incumbiam, em sua maioria, de questões de ordem prática, como

demarcações de fronteiras ou determinação de longitudes. Com esse objetivo foi criado, em 1827, o Observatório Astronômico do Rio de Janeiro, que mais tarde deu origem ao Observatório Imperial em 1846 e, após a Proclamação da República do Brasil, passou a ser chamado Observatório Nacional (ON).

Nas décadas seguintes, a grande maioria dos trabalhos brasileiros na área de astronomia foram desenvolvidos por pesquisadores ligados ao Observatório Nacional, especialmente a partir de 1922 quando este foi transferido para uma nova sede – do Morro do Castelo para o Morro de São Januário – e recebeu novos e modernos equipamentos, que possibilitaram “[...] a instalação de um serviço de hora, observações de cometas, estrelas duplas, da superfície de Marte e trabalhos topográficos do eclipse total do Sol [...]” (FARIA, 2009, p. 186).

Em 1941 foi inaugurado o Observatório de São Paulo, atual sede do Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP), onde em 1958 iniciaram-se os trabalhos de radioastronomia no Brasil. Neste observatório, “realizando observações na raia de emissão do vapor de água, radioastrônomos brasileiros competiam com colegas do exterior nessa linha de pesquisa considerada de ponta na época” (SANTOS, 2013, p. 102).

Paralelamente, no cenário mundial da astronomia, a primeira metade do século XX foi o período da criação e disseminação da Teoria da Relatividade, que seria a base para a implantação de uma nova cosmologia – a Cosmologia Relativista. No entanto,

[...] enquanto na Europa e na América do Norte, a gravitação de Einstein estava em pleno desenvolvimento entre 1916 e 1950, inclusive com o estudo de diferentes modelos cosmológicos, [...] no Brasil, naquele mesmo período, o estudo sobre a gravitação de Einstein e a cosmologia, de modo geral era muito pouco disseminado. [...] A primeira publicação brasileira sobre a teoria da relatividade, com o título *Introdução a Teoria da Relatividade* por Amoroso Costa, apareceu em 1922. [...] Mas somente a partir da década de 1940 apareceram contribuições originais em astrofísica, como os trabalhos de Mário Schenberg e colaborações (MAIA, 2013, p. 134).

Mal a ciência brasileira começou a se estruturar, as instabilidades políticas provocadas pelo golpe militar de 1964, com exonerações e exílios de muitos pesquisadores e professores provocaram uma limitação e mesmo encerramento de muitas pesquisas. Houve um período de estagnação na astronomia brasileira. Somente em 1985 com a criação do LNA (Laboratório Nacional de Astrofísica), subordinado ao INPE (Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais), que o Brasil voltou a desenvolver pesquisas de ponta em astronomia e se inserir definitivamente como protagonista na astronomia espacial também chamada astrofísica estelar.

Desde as primeiras observações a bordo de balões estratosféricos na década de 1970, o Brasil, através do INPE, passou a construir seus próprios experimentos espaciais e atualmente desenvolve instrumentação para satélites científicos. Mais recentemente, a comunidade astronômica brasileira passou a se envolver mais diretamente em missões internacionais em satélite, provendo estações de recepção e recursos humanos especializados, além de participar em seus comitês científicos. A inserção do Brasil na área de astronomia espacial é extremamente estratégica para o país, dadas a importância crucial do caráter multiespectral da astrofísica moderna e as limitações observacionais impostas pela atmosfera terrestre (BRAGA, 2013, p. 550).

Assim, seguindo os bons resultados das pesquisas desenvolvidas na última década do século XX, a astrofísica estelar se tornou o carro chefe das pesquisas astronômicas brasileiras. Atualmente o Brasil também desenvolve muitas pesquisas na área de astronáutica, chegando a colaborar com a construção e operação da ISS (*International Space Station*), entre outros projetos (GUEDES, 2011).

Nesse início de século XXI tem-se notado um crescente avanço na ciência brasileira, em termos de produtividade e relevância. Em se tratando de astronomia, percebe-se um aumento significativo de trabalhos publicados, bem como uma maior cooperação de pesquisadores brasileiros em projetos internacionais.

Em suma, podemos considerar a astronomia como uma ciência em expansão no Brasil, em especial nas áreas de astrofísica estelar e astronáutica. No entanto, é essencial, para que o país figure entre as potências da área, aumentar os investimentos em infraestrutura, valorização dos profissionais e desenvolvimento de projetos espaciais, uma vez que “a astronomia é cada vez mais uma ciência que depende de combinação de mensageiros cósmicos de diversos tipos para caracterizar sistemas e objetos astrofísicos” (BRAGA, 2013, p. 576), ou seja, precisamos, literalmente, tirar os pés do chão para alcançar as estrelas.

## Sumário do capítulo

O objetivo deste capítulo foi apresentar a astronomia desde quando não passava de meras observações curiosas do cotidiano, destacando todo seu desenvolvimento à medida que se passavam os séculos. Procuramos mostrar que a ciência astronômica não se dá apenas pela aplicação rigorosa de um método científico ou pela resolução de complicados cálculos matemáticos, mas é algo implicado na vida das pessoas desde o momento que os primeiros humanos começaram a olhar para o céu e fazer perguntas.

Durante este “caminhar histórico pela astronomia” que propormos realizar, regredimos às origens primitivas da astronomia e presenciamos o nascimento da cosmologia científica na Grécia e o domínio do pensamento astronômico grego por mais de dois mil anos até ser questionado no fim da Idade Média.

Também analisamos os cenários revolucionários provocados pelo Renascimento, pelas Grandes Navegações e pela Reforma Protestante, nos séculos XV e XVI, que culminaram com a Revolução Copernicana, sua aceitação, consolidação e expansão.

Passeamos ainda pelas primeiras ideias cosmogônicas modernas e todos os debates que delas se originaram, bem como pelas novas descobertas revolucionárias do século XX que resultaram no surgimento da Cosmologia Relativista sustentada pela teoria da relatividade geral proposta por Einstein.

Para uma melhor compreensão de tudo que foi anotado nesse primeiro capítulo em relação à astronomia, abaixo apresentamos um quadro-síntese, destacando a época dos acontecimentos (que podem ser descobertas ou avanços) e relacionando-os aos envolvidos.

SÉCULO/ÉPOCA	ENVOLVIDOS	DESCOBERTAS/AVANÇOS
Pré-história (a partir de 50 mil anos atrás)	Humanos pré-históricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observações do movimento do Sol e da Lua</li> <li>- Criação das primeiras unidades de tempo: dia, mês e ano</li> </ul>

Entre 4000 e 2000 anos a. C.	Sociedades megalíticas	- Criação dos primeiros calendários (megalitos)
Cerca de 3000 anos a. C.	Povos mesopotâmicos	- Astronomia como ciência, baseada na matemática - Criação do sistema sexagesimal de numeração
Século VI a. C.	Tales de Mileto Anaximandro (Escola de Mileto)	- Primeiras ideias cosmológicas (rodas celestes rotativas)
Séculos VI e V a. C.	Pitágoras de Samos e os pitagóricos (Escola da Itália)	- Busca da perfeição estética do Cosmos (nascimento da cosmologia científica – Universo de duas esferas)
Século V a. C.	Leucipo e Demócrito	- Atomismo
Século IV a. C.	Platão	- Universo de formas circulares perfeitas
	Eudóxio	- Teoria das esferas homocêntricas
Século III a. C.	Aristóteles	- Dinâmica celeste (cosmologia aristotélica)

Século III a. C.	Aristarco de Samos	- Primeiras ideias heliocêntricas
Século II a. C.	Hiparco	- Mecanismo matemático de epiciclos e deferentes
Século II d. C.	Cláudio Ptolomeu (Escola de Alexandria)	- Astronomia ptolomaica ( <i>Almagesto</i> como base do geocentrismo)
Séculos XI ao XV	Eruditos europeus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avanço do pensamento escolástico</li> <li>- Traduções das obras gregas clássicas para o latim</li> <li>- Surgimentos das primeiras universidades na Europa</li> </ul>
Século XV	Tycho Brahe	- Questionamentos sobre a imutabilidade do Universo
Séculos XV e XVI	Europeus	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grandes Navegações</li> <li>- Renascimento</li> <li>- Reforma Protestante</li> </ul>
Século XV	Nicolau Copérnico	- Publicação do <i>De Revolutionibus</i> como base para o heliocentrismo (Revolução Copernicana)



Final do século XVI e início do século XVII	Johannes Kepler	- Leis dos movimentos planetários
Século XVII	Galileu Galilei	- Invenção do telescópio (nova visão dos astros) - Novo modelo planetário
	René Descartes	- Cosmologia cartesiana
Final do século XVII e início do século XVIII	Isaac Newton	- Lei da Gravitação Universal
Século XVIII	Georges Louis Leclerc (conde de Buffon) Immanuel Kant Pierre Simon de Laplace	- Teorias cosmogônicas
Século XIX	Hervé Faye	- Correção na cosmogonia de Kant/Laplace (rotação dos planetas)
Século XX	Hendrik Lorentz Henri Poincaré Albert Einstein	- Teoria da Relatividade Restrita e Teoria da Relatividade Geral (Cosmologia Relativista)

Século XX	Edwin Hubble	- Lei de Hubble (afastamento das galáxias)
	George Gamow	- Teoria do Big Bang
	William Sitter Alexander Friedmann Georges Lemaître	- Teoria do Universo em expansão
	Arno Penzias Robert Wilson	- Detecção da radiação cósmica de fundo
Século XXI	Pesquisadores da CERN ( <i>Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire</i> )	- Comprovação da existência do Bóson de Higgs
	Pesquisadores da NASA ( <i>National Aeronautics and Space Administration</i> )	- Descobertas de exoplanetas

**QUADRO 1:** Síntese dos principais acontecimentos na astronomia, relacionando-os aos envolvidos e épocas

Estamos chegando ao final de nossa caminhada pela história da astronomia e, embora venhamos de longe, não significa que estejamos mais perto de chegar, pois a ciência avança sem combinar roteiros. A ideia de que, depois de tantas e importantes revoluções científicas, temos uma astronomia edificada não corresponde à verdade. Reviravoltas inesperadas podem acontecer a qualquer momento e abalar as teorias existentes.

Não podemos negar que o conhecimento atual sobre o Cosmos está muito distante daquilo que era explicado pelos mitos das primeiras civilizações ou pela religião, mas também é verdade que a busca por compreender o Universo está apenas começando e não vai parar, pois o ser humano, no seu íntimo, sabe que só conhecendo melhor o Universo poderá entender o seu papel nele.

Frente a tanto conhecimento gerado fica evidente o papel da astronomia como fator atuante na educação. Nesse sentido, no próximo capítulo, dedicaremos nossa atenção à educação em astronomia, suas origens, avanços e situação atual, no mundo e no Brasil.

## CAPÍTULO 2 – EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

O ato de contemplar o céu faz parte da cultura da humanidade. Desde tempos imemoriais que os humanos olham para o céu em busca de respostas para seus questionamentos relacionados aos fenômenos naturais. Mesmo nas civilizações mais antigas esse conhecimento produzido já era transmitido oralmente através das gerações, processo que se tornou mais organizado a partir da invenção da escrita pelos mesopotâmicos cerca de 3.000 anos a. C. (HOOKER, 1993; MARTINS, 1994; LATTARI & TREVISAN, 2005).

Por volta do século VI a. C. os gregos começaram a sistematizar a transmissão de conhecimento, criando espaços dedicados à educação – as escolas – e elegendo responsáveis pela transmissão do saber – os professores. Este modelo grego viria a se tornar a base dos sistemas educativos ocidentais (VERDET, 1991; ARANHA, 2006; FERRARI, 2008). Nesse sistema educativo, que evoluiu paralelamente às formulações das teorias astronômicas e cosmológicas gregas, a educação em astronomia tinha grande destaque (MANACORDA, 2002; ARANHA, 2006).

Infelizmente, o desenvolvimento alcançado com os gregos na educação em astronomia não se manteve no período medieval, principalmente entre os séculos V e XI – período conhecido como Alta Idade Média – quando a astronomia, bem como todas as ciências naturais foi relegada ao segundo plano (DURKHEIM, 1995).

Esse cenário começou a mudar a partir do século XII, quando movimentos como o aumento do intercâmbio comercial e a expansão mulçumana desencadearam o surgimento das primeiras universidades na Europa, nas quais, diferentemente das escolas eclesiásticas, a ciência ganhou algum espaço (NUNES, 1979; CROMBIE, 1980; KOYRÉ, 2011b). Porém, a educação universitária ainda continuava muito ligada às tradições medievais, quando, na segunda metade do século XVI, contrapondo-se ao paradigma escolástico, surge uma nova maneira de organizar o conhecimento no sentido de um curso sequencial de estudo: o *Curriculum* (VEIGA-NETO, 1997; SOUSA & FINO, 2014).

Ao mesmo tempo em que a educação passava por um processo de reorganização através do currículo, o paradigma aristotélico-ptolomaico vigente na astronomia há quase

quinze séculos era substituído por um novo paradigma – o heliocentrismo – em um processo conhecido como Revolução Copernicana (KUHN, 1995). É justamente esse novo paradigma astronômico que passa a vigorar nos currículos universitários.

Até finais do século XVIII, a astronomia continuou sendo estudada em centros universitários ou em academias científicas e com forte presença no cotidiano das pessoas. No entanto, com o surgimento da escola pública e a massificação da educação no auge da Revolução Industrial se tornou necessário adaptar as pessoas a um novo mundo onde o tempo não mais era medido pelos ciclos do Sol e da lua, mas pelo apito da fábrica e pelas horas do relógio (TOFFER, 1973; SOUSA & FINO, 2001). Assim, a astronomia, por não despertar interesse prático, perdeu seu *status* de disciplina na escola pública emergente, passando, quando muito, a ser coadjuvante de outras ciências.

Somente na década de 1950, em decorrência dos avanços provocados pela corrida espacial entre Estados Unidos e União Soviética, começam a surgir discussões sobre alfabetização científica e divulgação da ciência e a educação em astronomia voltou à mesa de debates (HOFF, 1990).

No Brasil, até a década de 1960, a astronomia existiu como disciplina optativa nos cursos de Física, Engenharia, Matemática e de formação de professores. Todavia, devido às reformas educacionais que se seguiram passou a assumir um papel secundário, incorporada a outras áreas (LANGHI, 2009). Somente com a criação da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação) e dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais) em finais do século XX e início do século XXI, cujos documentos abordam temas relacionados à astronomia, essa ciência voltou a aparecer, embora de forma tímida, nos currículos das escolas brasileiras.

Assim, diante do descaso dado à astronomia pela educação formal, ambientes não formais de educação – observatórios astronômicos, planetários e clubes de astronomia amadores – emergiram como espaços favoráveis à sobrevivência e divulgação da astronomia enquanto ciência (LANGHI & NARDI, 2012).

## **2.1. As observações do céu e a transmissão de conhecimentos astronômicos nas civilizações antigas**

Diz-se que a astronomia chegou aos povos através dos pastores, que nas planícies queimadas pelo céu sempre claro, a teriam inventado para nós. A realidade deve ter sido menos bucólica e mais complexa.

Jean-Pierre Verdet

Os primeiros registros de observações do céu se confundem com o início da atividade humana de registrar suas vivências. À medida que os seres humanos evoluíram culturalmente como espécie e começaram a transformar o ambiente a sua volta, melhoraram as técnicas de planejar, observar e refletir, produzindo saberes, os quais requeriam mecanismos de armazenamento e transmissão (LATTARI & TREVISAN, 2005).

Sabendo que nas civilizações antigas todo o conhecimento construído era transmitido oralmente de geração a geração, podemos afirmar que desde a antiguidade, embora de maneira informal, já havia a transmissão, e consequente aprendizagem, de conhecimentos relacionados a temas astronômicos, uma vez que as pessoas organizavam suas atividades cotidianas seguindo o ritmo da natureza.

De acordo com Martins (1994), praticamente todas as civilizações antigas criaram mitos, geralmente relacionadas às religiões, para explicar os fenômenos celestes. Se por um lado essa mitologia se constituía na melhor forma dos humanos se relacionarem com os céus, por outro facilitava a absorção e transmissão oral desses conhecimentos.

Com a invenção da escrita pelos mesopotâmicos por volta de 3.000 anos a. C.<sup>44</sup>, as observações astronômicas puderam ser registradas de forma mais sistemática, o que revolucionaria a maneira como o conhecimento era socializado (HOOKER, 1993).

No entanto, segundo Ferrari (2008), nessas primeiras sociedades a educação ainda era uma atividade coletiva, ou seja, os adultos eram responsáveis por apresentar aos mais jovens os códigos e regras de valores sociais e culturais do grupo. Mas,

---

<sup>44</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.1.

À medida que as sociedades foram ficando mais complexas, a educação passou de uma atividade coletiva à atividade setorizada, conferida a especialistas. A tarefa que antes era difusa e exercida por todos os membros do grupo, tornou-se prerrogativa de apenas algumas pessoas, os professores, e, em geral, começou a se concentrar em lugares específicos, as escolas (FERRARI, 2008, p. 6).

Foram os gregos os primeiros a criarem espaços dedicados exclusivos à educação – as primeiras escolas –, as quais se ocupavam da filosofia, ética, política e estudos naturais, incluindo a astronomia (ARANHA, 2006). No século VI a. C. a Escola de Mileto foi a primeira a se dedicar ao estudo da astronomia. Quase cem anos depois em Cróton, na atual Itália, foi criada por Pitágoras (c. 570 – c. 480 a. C.) a chamada Escola da Itália (VERDET, 1991). Cabe lembrar que, apesar da criação dessas primeiras escolas a educação continuava bastante elitizada atendendo principalmente os filhos da antiga nobreza grega e dos comerciantes ricos.

Mas foi em Atenas no século V a. C., sob a influência de Sócrates (c. 469 a. C. – 399 a. C.), que a educação grega tornou-se coletiva. A educação elementar era completada aos 13 anos, as crianças mais pobres eram encaminhadas para aprender um ofício, enquanto que os abastados continuavam os estudos. Criaram-se bibliotecas e salas de aula e abriu-se caminho para o ensino de outras áreas, como matemática, geometria e astronomia (ARANHA, 2006).

A “educação formal” se configurava na Grécia Clássica ao mesmo tempo em que as principais teorias astronômicas e cosmológicas também tomavam forma entre os gregos. A astronomia constituía uma das “sete artes liberais”<sup>45</sup> estudadas nas escolas gregas. (MANACORDA, 2002).

No século II a. C. Arquimedes, baseando-se nas esferas homocêntricas de Eudóxio<sup>46</sup>, construiu os primeiros planetários de que se tem notícia que, possivelmente, eram dedicados ao estudo do movimento dos planetas em suas trajetórias irregulares, do Sol e da Lua, bem como dos eclipses solares e lunares (BARRIO, 2010). A construção dos planetários possibilitou melhores observações do céu e representou um grande avanço na astronomia grega.

---

<sup>45</sup> Na Grécia Clássica os conteúdos ensinados nas escolas eram divididos em “sete artes liberais”, das quais três eram disciplinas humanísticas (retórica, dialética e gramática) e quatro eram científicas (geometria, aritmética, música e astronomia) (MANACORDA, 2002).

<sup>46</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.2.2.

Portanto, é neste modelo de escola criado na Grécia Clássica que a educação em astronomia se desenvolveu, conseguindo grandes avanços até o início da Idade Média quando praticamente foi, juntamente com todas as ciências naturais, relegada ao esquecimento<sup>47</sup>. Somente a partir do século XII da nossa era, com o surgimento das primeiras universidades na Europa, que a educação em astronomia voltou a figurar no contexto educacional.

## **2.2. O ressurgimento da educação em astronomia: das primeiras universidades à invenção do currículo**

Os homens medievais parecem ter concebido a universidade da mesma maneira que um artesão pobre considera uma criança brilhante, para cuja educação ele faz sacrifícios.

Kenneth Minogue

À medida que as escolas oficiais iam desaparecendo durante a Alta Idade Média – período que vai do século V ao século XII da nossa era – a Igreja Católica, já constituída como o poder intelectual dominante na Europa começou a tomar providências para garantir a formação mínima para seus postulantes a clérigos, criando escolas elementares e superiores (NUNES, 1979).

O nível elementar desse ensino era representado pelas escolas paroquiais e o superior, pelas episcopais. [...] as escolas paroquiais e as episcopais foram instituídas para a formação do clero. No entanto, devido ao desaparecimento das escolas públicas e à falta ou à raridade das particulares, nelas também estudavam alunos que não se dedicariam mais tarde ao sacerdócio e que, a certa altura dos estudos, resolviam constituir família (*Ibidem*, p. 92).

Desse modo, como afirma Durkheim (1995), a Igreja Católica torna-se a instituição responsável pela ministração da educação pública e gratuita que acontecia nas paróquias rurais e urbanas, uma vez que era a única instituição que dispunha de meios para instruir e educar. Como para a Igreja a ciência era considerada algo profano não é de se estranhar a sua exclusão das escolas eclesiásticas. A educação em astronomia, portanto, ficou estagnada por quase oito séculos.

---

<sup>47</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.3.



Para Crombie (1980), esse cenário começou a mudar a partir do século X. Essa época foi marcada por um considerável aumento do intercâmbio comercial europeu, que, juntamente com a expansão mulçumana, possibilitou a redescoberta do saber clássico – através da escolástica – traduzido, discutido e estudado em reuniões informais de transmissão oral<sup>48</sup>.

A tradução das obras filosóficas e científicas dos gregos, especialmente da enciclopédia aristotélica, impulsionou o estudo da filosofia e das ciências nas universidades e aumentou bastante, graças aos novos contatos dos estudiosos ocidentais com o patrimônio da cultura grega antiga (NUNES, 1979, p. 205).

Esses fatores associados a uma crescente busca do saber manifestada no século XII, logo fizeram crescer as reuniões destinadas a traduzir e discutir as obras clássicas. “Os grandes textos científicos gregos que eram desconhecidos ou mal conhecidos, na época anterior, são traduzidos, editados ou retraduzidos e reeditados” (KOYRÉ, 2011b, p. 46). Aos poucos esses encontros começaram a se valer da estrutura das escolas episcopais, dando origem a uma nova instituição pedagógica medieval: a universidade<sup>49</sup>.

Devido a fatores comerciais e econômicos, a partir do século X, a vanguarda cultural europeia estava centrada na região que hoje corresponde à Itália. Como consequência, em 1088, ampliando-se a Escola de Artes Liberais, foi criada a Universidade de Bolonha, a primeira instituição universitária fundada na Europa (MINOGUE, 1981).

No século XII, foram criadas as Universidades de Paris (1170) e Oxford (1167). No século XIII foram criadas dezenove instituições universitárias. No século XIV houve uma expressiva expansão pelo território europeu, com a criação de vinte e oito universidades, expansão esta que continuou pelo século XV com o surgimento de mais de trinta instituições (NUNES, 1979).

As recentemente fundadas instituições universitárias foram se tornando polos de erudição onde, ao contrário das escolas eclesiásticas, a ciência ganhou algum espaço para se desenvolver. Foi nas universidades que os textos clássicos gregos foram traduzidos para o latim. As traduções das obras clássicas trouxeram a astronomia e a cosmologia de

---

<sup>48</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.3.

<sup>49</sup> A universidade, enquanto instituição educacional organizada para estudo, e composta por mestres e estudantes, é original da Idade Média. Embora entre os romanos existisse o termo *universitas*, que designava uma associação, somente a partir do século XII passou-se a falar das corporações de mestres e estudantes, as chamadas *universitas magistrorum et scholarium*, como trabalhadores intelectuais ou universitários (NUNES, 1979).

volta ao meio erudito europeu e, através do escolasticismo, foi integrada ao programa universitário.

O aristotelismo que segundo Koyré (2001b), havia de certa forma sido “cristianizado” por Santo Tomás, tornou-se a base do ensino universitário ocidental.

[...] a difusão de Aristóteles caminha paralela à das escolas ou, mais exatamente, à das universidades. [...] O aristotelismo, propaga-se nas universidades. Dirige-se a pessoas ávidas de *saber*. É *ciência*, antes de ser qualquer outras, antes mesmo de ser filosofia, e é por seu valor de *saber científico*, e não por seu parentesco com uma atitude religiosa, que ele se impõe (KOYRÉ, 2011b, p. 16, destaques do autor).

Assim, o estudo, nas primeiras universidades europeias, adaptando o modelo das sete artes liberais gregas, girava em torno do *Trivium* (gramática, dialética e retórica) e do *Quadrivium* (aritmética, astronomia, geometria e música), moldados e influenciados pelo pensamento escolástico, o qual buscava validar as crenças religiosas através da razão e com base na filosofia dos antigos gregos. Este modelo de organização da educação prevaleceu por toda a Baixa Idade Média – período compreendido entre os séculos XIII e XV (SOUSA & FINO, 2014).

Quando, por volta da segunda metade do século XV, a Europa começou a passar por um período de convulsões sociais, provocadas pela Renascença, pelas Grandes Navegações e pela Reforma Protestante<sup>50</sup>, os modelos educacionais vigentes também começaram a ser questionados (HAMILTON, 2003).

Doll Jr. (2002), data o ano de 1576 e a obra *Professio Regia*, do francês Pierre de la Ramée – também conhecido pelo nome latino de Petrus Ramus – (1515 – 1572), como o primeiro registro da palavra *curriculum* no sentido de um curso sequencial de estudo. Este termo não tardou em ser adotado por algumas universidades que talvez ao adotá-lo, como afirma Veiga Neto (1997), não imaginavam os desdobramentos que se seguiriam.

Quando, na penúltima década do século XVI, os professores e administradores da Universidade de Leiden, e, logo a seguir, também de Glasgow, começaram a usar a palavra *curriculum* para designar o conjunto de assuntos estudados pelos alunos ao longo de um curso, certamente não imaginavam que estavam instituindo uma novidade que teria desdobramentos tão amplos e profundos no campo educacional (VEIGA NETO, 1997, pp. 59-60).

---

<sup>50</sup> Cf. Capítulo 1, Tópicos 1.4 e 1.5.

Nesse contexto, o currículo surge como uma ruptura do paradigma escolástico e sua sacrossanta lógica aristotélica tão marcante na Idade Média, visando “[...] a passagem do enfoque na Dialética para o enfoque na Didática. Ou, concretizando parcialmente esta ideia, a passagem do texto para o livro texto” (SOUSA & FINO, 2014).

Assim,

[...] a invenção do currículo provocou uma mudança de paradigma no pensamento educacional, ao interessar-se pelas formas de tornar o conhecimento acessível e compreensível ao estudante (sendo este aspecto, sem dúvida, a sua grande valia), por outro, não deixava qualquer margem para uma discussão generalizada sobre qual conhecimento deveria ser transmitido. O currículo nasceu como algo *a priori*, como um dado adquirido, como um corpo de conhecimento organizado de modo a facilitar a sua apropriação pelo estudante, que não o colocaria em questão (SOUSA & FINO, 2014, p. 1270).

Lembremos que ao mesmo tempo em que a educação passava por um processo de organização do conhecimento através do currículo, a astronomia também via seu paradigma vigente – o paradigma aristotélico-ptolomaico – abalado pelas ideias copernicanas. A nova organização educacional resultante mantinha a astronomia como disciplina independente, e, salvo algumas exceções, as teorias astronômicas que se encontravam nos currículos universitários a partir dos anos finais do século XVI eram heliocêntricas (KUHN, 1995).

No entanto, Copérnico apenas abriu o caminho. Foram seus sucessores – principalmente Kepler com suas leis sobre os movimentos dos planetas e Galileu com suas observações telescópicas – que consolidaram a teoria copernicana. Era a época da Revolução Científica<sup>51</sup> e a astronomia se encontrava bem no foco dessa revolução.

Para Henry (1998), essa Revolução Científica, que impactaria profundamente a ciência moderna, começou a se desenvolver a partir de dois componentes fundamentais que constituíram a base do que hoje chamamos de “método científico”<sup>52</sup>: a matematização da representação de mundo e o método experimental. Nas palavras do autor:

---

<sup>51</sup> Dá-se o nome de Revolução Científica ao período da história europeia em que os fundamentos metodológicos, conceituais e institucionais da ciência foram firmados. A maioria dos historiados da ciência afirmam que o foco principal dessa revolução se deu no século XVII, com consolidação no século XVIII (HENRY, 1998).

<sup>52</sup> Em geral o que hoje designamos de método científico refere-se a um conjunto de regras metodológicas básicas que devem ser seguidas para se alcançar um conhecimento científico. Segue as seguintes etapas:

[...] os traços característicos da revolução científica é a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimento demonstrado por experimentos especificamente concebidos para esse propósito. Como uma prova matemática, o resultado final do experimento poderia perfeitamente ser conhecimento contra-intuitivo (HENRY, 1998, p. 36, destaque do autor).

Ora, graças ao método científico, em menos de um século – desde a publicação do *De Revolutionibus Orbium Caelestium* de Nicolau Copérnico em 1543 até a conclusão do *Siderius Nuncius* de Galileu Galilei em 1610 – a astronomia deixou de ser totalmente indutiva para ser guiada pela experimentação. O Universo aristotélico ordenado, finito e centralizado numa Terra imóvel foi substituído por um Universo desordenado, infinito e com uma Terra móvel e periférica (KOYRÉ, 2011b). Morin (1990), corroborando com esse pensamento afirma:

*On peut même dire que, de Galilée à Einstein, de Laplace à Hubble, de Newton à Bohr, nous avons perdu le trône d'assurance qui mettait notre esprit au centre de l'univers : nous avons appris que nous sommes, nous autres citoyens de la planète Terre, les banlieusards d'un Soleil de banlieue lui-même exilé à la périphérie d'une galaxie périphérique d'un univers mille fois plus mystérieux que nul ne l'aurait imaginé il y a encore un siècle*<sup>53</sup> (MORIN, 1990, p. 23).

Concordamos com os autores supracitados que todo esse progresso no pensamento astronômico trouxe consigo muitas certezas e confirmações científicas, mas, como consequência, também aumentou o progresso das incertezas. Nesta mistura de dúvidas e certezas é forjada a nova astronomia que foi integrada ao recém-criado currículo educacional.

Henry (1998) nos lembra de que no século XVII todas as disciplinas que hoje chamamos “ciências” – incluindo a astronomia – encontravam-se reunidas em algo chamado “filosofia natural”, que se subdividia em áreas baseadas na matemática, como a óptica, a mecânica, a cinemática, a astronomia e a música<sup>54</sup> ou fundadas na medicina, como fisiologia, anatomia e farmacologia. Ainda existiam algumas disciplinas de cunho

---

observação, verificação, formulação de hipóteses, teorização, experimentação e resultados (GEWANDSZNAJDER, 1989; HENRY, 1998).

<sup>53</sup> Pode-se até dizer que, de Galileu a Einstein, de Laplace a Hubble, de Newton a Bohr, perdemos o trono de segurança que colocava nossas mentes no centro do Universo: nós aprendemos que somos somente cidadãos do planeta Terra, nos arredores de Sol, ele próprio exilado na periferia de uma galáxia periférica, de um Universo mil vezes mais misterioso do que alguém poderia ter imaginado há um século. (Tradução nossa).

<sup>54</sup> A disciplina chamada de “música” se constituía num estudo matemático que se baseava nos princípios da razão e da proporção. Não tinha muita relação com a música tal qual a conhecemos hoje (HENRY, 1998).

prático, como a cartografia, a navegação, a mineração, a fortificação, a metalurgia e a cirurgia.

Se é verdade que uma boa parte do conhecimento astronômico pós Revolução Científica foi produzido fora das universidades – devido em grande parte à inércia e métodos ultrapassados de ensino do sistema universitário –, também é certo que a revolução se consolidou quase que inteiramente no contexto universitário, pois as universidades eram locais que possibilitavam o acesso a instrumentos caros como o telescópio, a bomba de ar e o barômetro, entre outros (HANRY, 1998).

Assim, até finais do século XVIII, a astronomia era estudada em centros universitários ou em academias científicas. No entanto, as mudanças sociais e econômicas decorrentes da Revolução Industrial, que forçaram a criação da escola pública no início do século XIX, iriam mudar o rumo da educação em astronomia.

### **2.3. A criação da escola pública moderna e a educação em astronomia**

A educação em massa era a engenhosa máquina construída pelo industrialismo para produzir a espécie de adultos de que precisava.

Alvin Toffler

Os séculos XVII e XVIII foram marcados por avanços e descobertas que colocaram a ciência mais perto do cotidiano das pessoas. No que se refere à astronomia, a aceitação do heliocentrismo, a consolidação da física newtoniana, o desenvolvimento do método científico e o surgimento de novos instrumentos de observação cada vez mais potentes tornaram a astronomia uma das ciências mais populares da época (KOYRÉ, 2011b).

De fato, por essa época, a astronomia copernicana já havia produzido uma nova imagem do mundo ao transferir o Sol para o centro do sistema e ao localizar a Terra como sendo apenas mais um planeta que gira ao redor do “astro-rei”. Essas discussões cosmológicas caminhando paralelamente com a revolução no método científico estimularam o

renascimento da metafísica e serviram como base para o surgimento de uma nova cosmologia e o início da libertação do pensamento antigo e medieval (*Idem*).

Mesmo assim, a sociedade e, conseqüentemente a educação e a ciência moderna, ainda precisavam romper com os dogmas medievais. “Falamos, naturalmente, da emergência da sociedade moderna em ruptura com a tradição medieval dogmática e religiosa, a partir da defesa de uma ciência racional, de uma racionalidade na ausência de toda a metafísica” (FINO & SOUSA, 2003, p. 2).

No entanto, como nos diz Kuhn (1996), dogmas e paradigmas antigos, fortemente enraizados em uma sociedade, sempre lutarão de todas as maneiras para sobreviver, pois “[...] decidir rejeitar um paradigma é sempre decidir simultaneamente aceitar outro e o juízo que conduz a essa decisão envolve a comparação de ambos os paradigmas com a natureza, bem como sua comparação mútua” (*Ibidem*, p. 108).

Diante dessa complexidade os paradigmas dominantes conseguem se manter no domínio por mais tempo do que realmente deveriam, pelo menos até que as novas necessidades sociais os tornem insustentáveis. No caso da educação o fato social se deu pelas necessidades econômicas resultantes da Revolução Industrial, que forçaram a criação de uma escola pública de massa nos moldes que hoje a conhecemos.

Para entendermos a educação em astronomia na escola pública moderna temos que retornar ao início do século XIX, logo após a Revolução Francesa. Cubberley (2010) situa nessa época a origem da escola pública, a qual foi concebida a partir das ideias iluministas do Marquês de Condorcet (1743-1794), formuladas no final do século XVIII.

A proposta de Condorcet, apesar de muito ambiciosa para a sociedade da época, tinha fundamentos sólidos enquanto teoria democrática da educação, numa prévia do caminho que a educação seguiria no século XIX. Segundo Cubberley (2010), Condorcet propunha:

*[...] the organizing of a primary school for every four hundred inhabitants, in which each individual was to be taught to direct his own conduct and to enjoy the plenitude of his own rights and where principles would be taught, calculated to insure the perpetuation of liberty and equality. The bill also provided, for the first time, for the organization of higher primary schools in the principal towns; colleges (secondary schools) in the chief cities (one for*

*every four thousand inhabitants); a higher school for each "department" or institutions of still higher learning, at nine places in France; and a National Society of Sciences and Arts to crown the educational system at Paris. The national system of education he proposed was to be equally open to women, as well as men, and to be gratuitous throughout. Teachers for each grade of school were to be prepared in the school next above. Sunday lectures for workingmen and peasants were to be given by teachers everywhere. Public morality, political intelligence, human progress, and the preservation of liberty and equality were the aims of the instruction. The necessity for education in a constitutional government he saw clearly<sup>55</sup> (CUBBERLEY, 2010. p. 514).*

O modelo de escola concebido a partir das ideias de Condorcet buscava promover a acessibilidade econômica e social da população num alinhamento aos ideais democráticos da Revolução Francesa. No entanto, como afirma Toffler (1973), esses ideais foram alterados pelas exigências econômicas e sociais surgidas do advento da Revolução Industrial, que precisava qualificar pessoas, em sua maioria camponeses analfabetos e, portanto, despreparados para um trabalho sistemático, ao cotidiano nas linhas de montagem da indústria (SACRISTÁN, 2002). Assim,

A questão do analfabetismo passou, portanto, a ser também uma questão econômica. Se é certo que no passado a burguesia ascendente tinha dúvidas e oferecia grande resistência à ideia de educação generalizada à custa do estado, ou seja, dos impostos pagos, sobretudo pelas classes altas, o novo ponto de vista para a apreciação do problema conduzia a uma nova conclusão: a da tolerabilidade de alguma mobilidade social provocada pela educação, em nome dos superiores interesses da economia industrial. Para não falar da óbvia vantagem, no que se refere à operação e manutenção das máquinas (consulta de manuais, leitura de manômetros, etc.) de pelo menos alguns operários não serem completamente analfabetos (FINO, 2009, p. 4).

Se o objetivo do sistema educacional era preparar para o trabalho nas fábricas este precisava ser gerenciado como tal, seguindo um modelo hierarquizado de administração, com o conhecimento organizado em departamentos de disciplinas, alunos com lugares pré-determinados e obedientes ao toque da sineta e à autoridade do professor, numa pré-adaptação a ambientes barulhentos, superlotados, de disciplina

---

<sup>55</sup> [...] a organização de uma escola primária para cada quatrocentos habitantes, na qual cada indivíduo deveria ser ensinado a seguir sua própria conduta e a gozar a plenitude de seus direitos e onde os princípios seriam ensinados, calculados para assegurar a perpetuação de liberdade e igualdade. O projeto de lei também previa, pela primeira vez, a organização de escolas primárias superiores nas principais cidades; colégios (escolas secundárias) nas principais cidades (um por cada quatro mil habitantes); uma escola superior para cada departamento e ainda instituições de ensino superior em nove lugares na França; e uma Sociedade Nacional de Ciências e Artes para coroar o sistema educacional em Paris. O sistema nacional de educação que ele propôs deveria ser igualmente aberto tanto às mulheres quanto aos homens, e ser inteiramente gratuito. Os professores de cada série da escola deveriam ser preparados numa escola superior. As palestras de domingo para trabalhadores e camponeses seriam dadas por professores em todos os lugares. Moralidade pública, inteligência política, progresso humano e a preservação da liberdade e da igualdade seriam os objetivos da instrução. Ele viu claramente a necessidade de educação em um governo constitucional. (Tradução nossa).

coletiva e horários rigorosos que mais tarde iriam encontrar no cotidiano fabril (TOFFLER, 1973).

Historiadores educacionais como Goodson (1988), Hamilton (1989) e Hargreaves (1998) também corroboram com a ideia de Toffler (1973) de escola pública de massa como produto do industrialismo para produzir adultos moldados ao trabalho nas fábricas, o que fica claro nas palavras de Hargreaves (*Op. cit.*):

[...] os sistemas escolares modernos emergiram como uma espécie de sistemas fabris de educação de massa, concebidos para satisfazer as necessidades da indústria pesada de manufaturas. Processaram alunos em série, segregaram-nos em *coortes* por idades (a que chamaram *turmas* ou *níveis de aptidão*), e ensinaram-lhes um curso ou um currículo estandardizado, por intermédio de métodos centrados no professor, baseados na preleção, na recitação, na pergunta-e-resposta e no trabalho sentado (HARGREAVES, 1998, p. 31, destaques do autor).

O autor supracitado afirma ainda que o sistema educativo de massa a nível fundamental foi complementado por sistemas de educação secundários destinados inicialmente às elites sociais e econômicas, que, à medida que cresciam as preocupações com a força de trabalho não qualificada e sua relação com a competitividade e produtividade na indústria, esse nível de escolaridade começou a fazer parte da educação de massa.

Como não poderia ser diferente a cultura dominante na educação secundária passou a também ser ditada pelos parâmetros e pressupostos do paradigma fabril de educação e que, comumente, se observam em operação ainda hoje.

Períodos de aulas entremeados, turmas segregadas por idades, um currículo acadêmico baseado em disciplinas e testes feitos com lápis e papel – todos os elementos que constituem hoje o ensino secundário “real”, a maneira aparentemente normal e razoável de organizar um currículo e de ensinar – são, portanto, produtos sócio-históricos altamente específicos (HARGREAVES, 1998, p. 31).

Para alcançar os resultados desejados, o sistema educacional fazia uso de dois currículos, a saber: um currículo “aberto” que era responsável pelo ensino da escrita, leitura, matemática, história, ciências e demais disciplinas tradicionais, e um currículo “oculto”<sup>56</sup>, que ensinava “[...] um conjunto de valores e de atitudes destinadas a garantir a satisfação das necessidades do modelo de produção industrial” (FINO, 2009, p. 5).

---

<sup>56</sup> Santomé (1995) explica que Philip Jackson, correlacionando o modelo de uma instituição de produção industrial e uma instituição escolar, criou o termo “currículo oculto”, que aparece pela primeira vez em



Segundo Toffler (1980), este currículo oculto ou encoberto era constituído de três cursos: um de pontualidade, pois o trabalho na fábrica, especialmente nas linhas de montagem exigiam que os trabalhadores se apresentassem na hora determinada; um de obediência, uma vez que trabalhadores precisavam aceitar, sem questionamentos, as ordens vindas da hierarquia e gerência; e um de trabalho repetitivo, maquinal, já que as indústrias precisavam que os trabalhadores se escravizassem a máquinas ou a escritórios e realizassem operações repetitivamente por toda a sua vida.

Nessa perspectiva, a escola de massa surgia com o objetivo de pré-adaptar os alunos – futuros operários das fábricas – à nova ordem industrial emergente, aonde iriam se deparar com ambientes de barulho, confinamento, disciplina coletiva, superlotação, forte hierarquização e horários rígidos (TOFFLER, 1973). Para isso,

[...] bem mais importante que os conhecimentos rudimentares, era a provável aquisição na escola de uma postura intelectual racional e de um conjunto de valores e de atitudes destinadas a garantir a satisfação das necessidades do modelo de produção industrial (FINO, 2009, p. 5).

No modelo de escola de massa moderna valores relativos à rentabilidade, eficiência e praticidade passaram a ser muito cultivados (SACRISTÁN, 2002) e para garantir a manutenção desses valores, a escola passou a ser gerenciada num modelo de organização que em muito se assemelhava ao processo de produção industrial. Como nos diz Fino (2000, p. 28), “não se tratava apenas de aprender coisas, mas de viver de uma maneira que antecipava o ambiente em que os alunos iriam viver no futuro”.

Nesse cenário de educação fabril preocupada em ensinar a trabalhar nas fábricas e não a pensar, a astronomia, por não se enquadrar nos interesses práticos da indústria manufatureira, perdeu seu *status* de disciplina na escola pública emergente, passando, quando muito, a ser coadjuvante de outras ciências. Diante disso, analisaremos, no próximo tópico, o desenvolvimento da educação em astronomia após a criação da escola pública de massa em um panorama mundial.

---

sua obra *Life in class rooms*, em 1968. Michael Apple em *Ideology and Curriculum* (1979) também aborda o tema, ao afirmar que alguns valores comuns a contextos econômicos e políticos tornaram-se valores dominantes no cenário educacional. Já para Giroux (1986, p. 71) currículo oculto pode ser definido como “um conjunto de valores, crenças e normas imbricadas e transmitidas aos alunos por meio de regras que estruturam as rotinas e as relações sociais na escola e na sala de aula.”

## **2.4. A educação em astronomia na era da escola pública de massa: um panorama mundial**

O que mais importava era a vivência de um grupo (escola-fábrica) e de um tempo (síncrono) impostos pelas necessidades da civilização industrial.

Carlos Nogueira Fino

Como foi dito no tópico anterior, a criação da escola pública de massa, que tinha como principal bandeira as ideias iluministas do Marquês de Condorcet de emancipação social, na prática fora moldada nos valores da sociedade industrial para servir aos interesses da burguesia.

O ensino elementar até à década de 1830 estava numa situação de completo descontrolo. [...] Era evidente que não se apostava na escola elementar como instrumento de emancipação do povo. Como o ensino elementar era necessário ao funcionamento duma sociedade moderna, devia-se providenciar que ele apenas se cingisse a fornecer uma formação socialmente útil (FERREIRA, 2005, p. 191).

Esse modelo de sistema educacional adotado, que valorizava os ensinamentos práticos, não foi muito favorável para a astronomia, que, salvo algumas exceções, perdeu o *status* de disciplina independente nos currículos de educação básica, sendo integrada às ciências naturais ou mesmo excluída.

Ao analisarmos a presença da astronomia na educação básica após a criação da escola pública de massa esta frequentemente se apresenta ligada às habilidades práticas do cotidiano e atividades desta natureza. Segundo Hoff (1990), no final do século XIX e início do século XX era comum na maioria das escolas de educação básica dos Estados Unidos e da Europa a presença de conteúdos relacionados às fases da Lua, eclipses solares e lunares, noções de medida de tempo e localização astronômica, com o objetivo de serem usados, entre outras coisas, na navegação. No entanto, à medida que o século XX avançava em seus anos a presença desses conteúdos foi diminuindo, chegando a desaparecer em alguns currículos formais de ciências.

Até meados do século XX, enquanto se mantiveram relativamente estáveis os sistemas produtivo e social característicos de uma sociedade industrial, a escola pública também

conseguiu manter os seus propósitos (SOUSA & FINO, 2001). No entanto, a corrida espacial decorrente da Guerra Fria entre Estados Unidos e União Soviética (URSS), com destaque para o fenômeno Sputnik em 1957<sup>57</sup>, traz à luz a discussão sobre a alfabetização científica e astronômica nas escolas públicas, colocando na berlinda o velho paradigma fabril.

Enquanto na sociedade a evolução da tecnologia faz precipitar o futuro com uma aceleração cada vez mais exponencial, a escola tem continuado a ver aumentar a distância que a vem separando da realidade autêntica, que é a que se desenrola no exterior dos seus muros anquilosados. E há muito tempo perdeu, ou viu atenuar, o vínculo que outrora teve, indiscutível, com o desenvolvimento da sociedade (SOUSA & FINO, 2001, p. 376).

Devido ao mal-estar causado pelo fenômeno Sputnik, que evidenciou o abismo existente entre no velho paradigma educacional e a nova sociedade da comunicação, uma reorganização curricular, em especial nas áreas das ciências, se fez necessária e urgente. E como ficou a astronomia nesse contexto de reformas? De acordo com Hoff (1990), a educação em astronomia nas escolas públicas continuou integrada às ciências, no entanto cresceu a quantidade e a influência de associações e grupos de pesquisa astronômicos fora do ambiente escolar.

Nesse contexto de valorização e expansão das associações astronômicas, Hoff (1990) e Langhi (2009) destacam a criação, pela AAAS (*American Association for the Advanced of Science*), do Projeto 2061<sup>58</sup>, que surgiu com a finalidade de ampliar a alfabetização científica das pessoas através da interdisciplinaridade em todos os níveis escolares nos EUA. Para isso, abriu a discussão sobre os conteúdos relacionados à astronomia nos currículos escolares, ao mesmo tempo em que passou a promover a comunicação entre professores e associações de formação em astronomia e ciências afins (HOFF, 1990).

---

<sup>57</sup> Em 1957 a União Soviética colocava em órbita o primeiro satélite – o Sputnik – tomando a liderança da corrida espacial travada desde o fim da II Guerra Mundial com os Estados Unidos. Este fato, que ficou conhecido como o “fenômeno Sputnik”, foi um marco para o fim da era industrial e início da era da informação. Cria-se uma crise curricular sem precedentes no sistema educacional, principalmente nas áreas de ciências e matemática, forçando uma adequação nos currículos (SOUSA & FINO, 2001; FINO, 2007). Essa reformulação curricular põe a astronomia novamente em evidência no cenário científico.

<sup>58</sup> O Projeto 2061 é uma iniciativa de longo prazo da Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) para ajudar todos os americanos a se tornar alfabetizados em ciência, matemática e tecnologia. Para atingir esse objetivo, o Projeto 2061 realiza pesquisas e desenvolve ferramentas e serviços que educadores, pesquisadores e formuladores de políticas podem usar para fazer melhorias críticas e duradouras no sistema educacional do país. O nome tem alusão ao próximo ano de aparição do cometa Halley (AAAS, 2017).

Ainda nos EUA, na década de 1970, nascia o Projeto STAR (*Science Teaching through its Astronomical Roots*), com o objetivo de utilizar os conteúdos de astronomia para melhorar a aprendizagem dos alunos em ciências e matemática. Segundo Sandler e Luzader (1990), a aplicação educacional do projeto se baseia em três princípios, a saber:

1. *Mastery of a few ideas is more important for student than cursory exposure to many concepts.*
2. *Students learn best through hands-on activities.*
3. *Students enter the classroom with certain preconceptions, or “naive theories”, about how physical systems work, without a sense of whether their understandings are accurate (often they are not)*<sup>59</sup> (SADLER & LUZANDER, 1990, p. 258, destaque dos autores).

A máxima defendida pelo projeto STAR de “aprender fazendo” encontra respaldo em Papert (1994, p. 29) quando este afirma que “a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando”, e que, embora viva em mundo tecnológico, o aluno deve ter o comando sobre a tecnologia e não ao contrário.

Na Europa, na segunda metade do século XX, também houve algumas mudanças em relação à educação em astronomia. Na Alemanha, por exemplo, surge em Baden-Württemberg e em North-Rhein-Westfalia, na década de 1970, o primeiro programa com conteúdos relacionados à astronomia e voltados às escolas de nível secundário. E, paralelamente, várias associações independentes ou em convênios com universidades, passam a oferecer cursos de astronomia e astrofísica para professores e alunos (NEUMANN, 1990).

Na Itália, a SAI (*Società Astronomica Italiana*) passou a promover, desde a década de 1980, programas de formação em astronomia nas escolas públicas e atuar na formação inicial de professores, num processo de valorização da educação em astronomia, por meio de astrônomos profissionais e amadores, além organizar atividades práticas em observatórios astronômicos (PESTELLINI, 1990).

Ao poucos, iniciativas similares começaram a surgir em outros países europeus como Bulgária, Polônia, França, Reino Unido e Espanha, e em alguns fora da Europa como Japão e Coreia do Sul (LANGHI, 2009).

---

<sup>59</sup> 1. O domínio de algumas ideias é mais importante para a exposição estudantil e superficial que muitos conceitos. 2. Os alunos aprendem melhor através de atividades práticas. 3. Os alunos entram na sala de aula com certos preconceitos, ou “teorias ingênuas”, sobre como funcionam os sistemas físicos, sem saber se os seus conhecimentos são precisos (muitas vezes não são). (Tradução nossa).

Na América Latina, o México vem conseguindo bons avanços desde a década de 1980 por meio de um programa coordenado pela UNAM (Universidade Nacional do México) que vem atuando na atualização de professores em relação a conteúdos básicos de astronomia (HERRERA, 1990).

Em meio a esse cenário de retomada ocorrido a partir da segunda metade do século XX, como fica a educação em astronomia no Brasil? Para responder essa pergunta dedicaremos o próximo tópico à análise da educação em astronomia no Brasil, buscando fazer um apanhado histórico para tentar entender a situação atual.

## **2.5. Uma dimensão particular: a educação em astronomia no Brasil**

### **2.5.1. Do descobrimento ao Império**

Embora estranhos à metodologia científica, os jesuítas nas suas aulas de astronomia ao ar livre, intuitivamente ensaiavam modesta ciência, mas bem mais ciência (no sentido experimental) do que muitos professores posteriores que não desligam do giz e do quadro-negro.

José Ricardo Pires de Almeida

A história da educação em astronomia no Brasil tem início com a chegada, na então colônia de Portugal, dos jesuítas da Companhia de Jesus, que, em 1549, fundaram na Bahia a “escola de ler e escrever”, que foi a primeira escola primária instituída em território brasileiro (ROMANELLI, 2003).

Aos poucos, os “colégios” jesuítas foram se espalhando pelo Brasil juntamente com as missões. Nesses colégios, embora não fizesse parte do currículo oficial, os conteúdos ligados à astronomia estavam presentes no cotidiano escolar, principalmente aqueles ligados à chamada “astronomia de posição” que abordava conhecimentos com finalidade cartográfica e de navegação (LEITE *et al*, 2013).

Como nos explica Romanelli (2003), a educação jesuítica, ministrada pela Companhia de Jesus de acordo com a *Ratio Studiorum*<sup>60</sup>, além de ensinar a ler e escrever consistia dos cursos de Letras e Humanas (com duração de cinco ou seis anos), Filosofia e Ciência (com duração de três anos) e Teologia e Ciências Sagradas (de nível superior destinado à formação de sacerdotes). O curso de Filosofia e Ciências era o que apresentava sinais de educação científica, com conteúdos de astronomia, distribuídos da seguinte maneira:

O primeiro dos três anos consistia de lógica baseada no sistema silogístico derivado de Aristóteles e filosofia moral. O estudo de física, matemática e astronomia preenchia o segundo ano, mas as ciências então estudadas não iam muito além das teorias de Aristóteles, reelaboradas e desenvolvidas pelos comentaristas medievais. Somente em matemática e astronomia traziam os mestres alguns dos avanços mais recentes [...] no segundo ano, se estudava cosmologia e outras ciências e, no terceiro, teodiceia e ética, astronomia e matemáticas superiores. O terceiro ano consistia de metafísica, principalmente a filosofia de São Tomás de Aquino (LEITE *et al*, 2013, pp. 545-546).

Esse sistema educacional jesuítico constituiu a base da educação brasileira por mais de duzentos anos, sendo interrompido abruptamente em 1759 por consequência da expulsão dos jesuítas de Portugal e de suas colônias<sup>61</sup>, reduzindo a educação no Brasil às aulas régias instituídas pelas Reformas Pombalinas<sup>62</sup>. Este novo sistema, no qual a educação científica e em astronomia quase desapareceu, vigorou até o século XIX. Para Almeida (2000), com a expulsão dos jesuítas,

[...] o Brasil sofreu a destruição de um sistema educacional em expansão, sem que fosse substituído, total ou parcialmente, por outro, e sem que essa perda fosse acompanhada de medidas para atenuar os seus efeitos [...]. O ensino se reduziu às aulas de disciplinas isoladas de gramática, retórica e grego, sem qualquer sistematização dos procedimentos e ainda enfraquecendo-se no plano superior (ALMEIDA, 2000, p. 48).

---

<sup>60</sup> O *Ratio Studiorum* consistia em um conjunto de normas que tinha por objetivo regulamentar o ensino nos colégios jesuíticos. Publicado pela primeira vez em 1599, passando a partir de então a regulamentar toda a educação jesuítica coordenada pela Companhia de Jesus. Suas normas organizavam as atividades, métodos e avaliações nos colégios jesuíticos ao redor do mundo. É considerado uma ponte entre a educação medieval e a moderna (ALMEIDA, 2000).

<sup>61</sup> Sebastião José de Carvalho e Melo, mas conhecido como Marquês de Pombal (1699-1782), primeiro-ministro de Portugal entre 1750 e 1777, entrou em conflito com os jesuítas acusando-os de se oporem ao controle do governo português, culminando com a expulsão destes de Portugal e de todas suas colônias em 1759 (LEITE *et al*, 2013).

<sup>62</sup> Para suprir o vácuo deixado na educação após a expulsão dos jesuítas, o Marques de Pombal instituiu uma série de reformas educacionais que ficaram conhecidas com Reformas Pombalinas, criando as aulas régias de latim, retórica e grego que, nem de longe, chegaram a substituir o eficiente sistema educacional organizado pela Companhia de Jesus (ALMEIDA, 2000).

Nesse mesma linha de pensamento Romanelli (2003) esclarece que com a expulsão dos jesuítas

[...] desmantelou-se toda uma estrutura administrativa de ensino. A uniformidade da ação pedagógica, a perfeita transição de um nível escolar para outro, a graduação, foram substituídas pela diversificação das disciplinas isoladas. Leigos começaram a ser introduzidos no ensino e o Estado assumiu, pela primeira vez, os encargos da educação (ROMANELLI, 2003, p. 28).

Depois da expulsão dos jesuítas e seu modelo educacional, a inércia que se abateu na educação brasileira só foi quebrada, parcialmente em 1808 como resultado da chegada da corte real portuguesa ao Brasil e a natural consequência de um aparelhamento básico da colônia para receber a realeza. Segundo Veiga (2007), esse fato desencadeou a criação de espaços culturais e a nomeação de professores para escolas de primeiras letras e para ocuparem cadeiras específicas de aritmética, inglês, francês e latim.

No entanto, foi no período imperial – de 1822 a 1889 – que o sistema educacional brasileiro adquiriu a estrutura que, com algumas adaptações, permanece até hoje, organizado em três níveis de estudo: o primário, que na época recebia o nome de escola de “ler e escrever”; o secundário, que seguiu o modelo das aulas régias instituídas a partir das Reformas Pombalinas, com a diferença de ser dividido em disciplinas; e o superior que iniciou com os cursos de Medicina na Bahia e no Rio de Janeiro, de Direito em Olinda e em São Paulo e de Engenharia no Rio de Janeiro (GHIRALDELLI JR., 2008).

Além dos níveis de educação e cursos acima mencionados, foram criados ainda os cursos militares oferecidos pela Academia da Marinha e pela Academia Real Militar, ambas sediadas no Rio de Janeiro. Estes cursos militares eram os que mais se relacionavam com a astronomia no período de Brasil Império (*Idem*).

Após a Proclamação da República em 1889, a educação brasileira continuou sendo guiada pelo modelo educacional criado no período imperial e, conseqüentemente, a educação em astronomia permaneceu negligenciada nos currículos escolares, nos livros didáticos e na formação dos professores.

### 2.5.2. A educação em astronomia no Brasil do século XX

A astronomia só frequentou os bancos escolares da educação básica aqui no Brasil na forma de cosmografia, como uma espécie de introdução à geografia entre finais do século XIX até meados do século XX. Pura tradição do medievo e posteriormente da escola do período de expansão europeia pelo mundo.

Walmir Thomazi Cardoso

Em finais do século XIX e início do século XX os dirigentes brasileiros começam a expressar a ideia de “modernizar” a educação como uma maneira de adequação às transformações pelas quais o país passava: no cenário político, tinha deixado de ser um império e instaurado o regime republicano; no campo social, a população crescia exponencialmente; e no campo econômico, indústrias começavam a ser instaladas (LORENZ & VECCHIA, 2011).

No entanto, como mencionado no tópico anterior, apesar das tentativas de reformas não foram alcançados resultados favoráveis de mudanças na educação brasileira, que continuou atrelada ao velho modelo educacional do período imperial (*Idem*), o qual, por sua vez, seguia os moldes da educação fabril tal como Toffler (1973) a descreve.

Essa época inicial da República foi marcada por fortes influências vindas do exterior que afetaram significativamente os meios científicos e educacionais brasileiros. No campo educacional destaca-se a influência do positivismo francês<sup>63</sup> de Auguste Comte, que, ao defender que as instituições deveriam se organizar tendo como base o conhecimento científico e o controle da natureza, abre certo espaço para o crescimento das ciências e da matemática, uma vez que estas teriam papel fundamental na construção do conhecimento empírico (SOUZA, 2008; LORENZ, 2010).

---

<sup>63</sup> Trata-se de uma corrente filosófica idealizada pelo francês Auguste Comte no século XIX. Para os positivistas o único conhecimento verdadeiro é o conhecimento científico e o progresso humano só ocorreria pelos avanços científicos. No sistema educacional brasileiro do início do século XX nota-se a afluência do positivismo na diminuição do estudo das humanidades e aumento do estudo das ciências, além da organização hierárquica do conhecimento, iniciando pela matemática, passando pelas ciências e terminando nas humanidades (LORENZ, 2010).



Segundo Santos (1984), essa onda positivista que se espalhou pela educação brasileira no início do século XX trouxe consigo certa popularização dos observatórios astronômicos, tanto que na primeira metade do século muitos foram construídos ou reativados em todo o Brasil. Paralelamente às atividades nos observatórios foram criadas disciplinas, bem como cursos regulares em astronomia, que visavam, em sua maioria, a formação de profissionais capazes de realizar levantamentos geográfico-astronômicos.

De acordo com Moraes (1994), estimulando-se pela onda positivista, foram criados o Observatório da Avenida em 1902 e o Observatório Oficial do Estado em 1910, no estado de São Paulo, e o Observatório do Valongo em 1921 no Rio de Janeiro. Também no Rio de Janeiro foi criado, na década de 1950, o primeiro curso de Graduação em Astronomia, o qual foi incorporado ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Nessa mesma época, o Observatório do Valongo foi transformado em um órgão suplementar subordinado ao Instituto de Ciências Matemáticas e da Natureza da UFRJ.

Com a formulação das Teorias da Relatividade, a Lei de Hubble, a Teoria do Big Bang e a consequente popularização da cosmologia relativista na primeira metade do século XX<sup>64</sup>, houve uma tendência mundial ao aumento das pesquisas em astrofísica, que, por sua vez, requer equipamentos mais sofisticados e melhor formação profissional. Nesse momento, a educação em astronomia brasileira que há quase cem anos respirava ares positivistas – focando muito na teoria e pouco na experimentação – começou a sentir o déficit no qual se encontrava.

Gastou-se praticamente um século – de meados de 1880 a 1981- para que o Observatório Nacional pudesse dispor de equipamentos necessários e de pessoal técnico-científico competente para a pesquisa em astrofísica. [...] [Embora] a astrofísica desde o tempo do Império, faz parte do plano de atividade daquela instituição. Se esses planos não puderam ser concretizados, as razões para isso devem ser procuradas fora dos limites do Observatório Nacional, não devendo se responsabilizar por isso as atitudes dos seus diretores. [...] Por muito tempo o Brasil não possuiu maturidade científica suficiente, recursos humanos e condições financeiras necessárias para se lançar numa empreitada do porte da construção e manutenção de um observatório astrofísico (VIDEIRA, 1997, p. 21).

---

<sup>64</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.9.

Diante do exposto fica claro o abismo no qual a educação em astronomia brasileira se colocou. Faz-se importante destacar que os comentários de Videira (1997) referem-se à educação superior. No entanto, o cenário apresentado pela educação primária e secundária no período se mostra similar ou até mais negligente no que se refere à astronomia.

Do início da República até a década de 1920 a educação brasileira era predominantemente elitista, privilegiando os ensinos secundário e superior e deixando de lado a educação primária e profissional (ROMANELLI, 2003).

Essa seleção cultural tão abrangente envolvendo as ciências, as letras e os conteúdos de referência nacional serviam para diferenciar e atender um público escolar específico – os varões das elites dirigentes [...], o seletivo grupo social que utilizava a educação secundária como estratégia de reconversão do capital econômico em capital cultural (SOUZA, 2008, p. 116).

Com a Revolução de 1930<sup>65</sup>, este modelo educacional brasileiro, que já se encontrava em crise, passou por várias reformas buscando atender uma maior parcela da população, como nos explica Piletti (1996):

Quanto à estrutura, o ensino secundário passou a dividir-se em dois graus, com a duração total de sete anos. Institui-se um curso fundamental de cinco anos, seguido de um curso complementar ou pré-universitário de dois anos. O fundamental era comum a todos e pretendia fornecer uma sólida formação geral. O complementar pretendia adaptar os candidatos aos cursos superiores (PILETTI, 1996, p. 79).

Em relação à educação em astronomia, essas reformas educacionais ocorridas na década de 1930 resultaram na criação de uma nova disciplina – a Cosmografia – que foi integrada aos currículos do ensino secundário e complementar (ROMANELLI, 2003).

No entanto, em 1942 o então ministro Gustavo Capanema lança o Decreto-lei nº 4.244, de 9 de abril de 1942, denominado Lei Orgânica do Ensino Secundário, que reorganiza as etapas de ensino e, de acordo com seu artigo 1º, tinha por finalidade:

1. Formar, em prosseguimento da obra educativa do ensino primário, a personalidade integral dos adolescentes.
2. Acentuar a elevar, na formação espiritual dos adolescentes, a consciência patriótica e a consciência humanística.
3. Dar preparação intelectual geral que possa servir de base a estudos mais elevados de formação especial (BRASIL, 1942).

---

<sup>65</sup> A Revolução de 1930 foi um movimento armado ocorrido no Brasil, que teve como resultado final um golpe de estado que, em 24 de outubro de 1930, depôs o então presidente da república Washington Luís, pondo fim à chamada República Velha (LIMA SOBRINHO, 1975).

Nessa nova estrutura, o ensino secundário passa a ter dois ciclos: um primeiro, chamado Ginásial, com duração de quatro anos, e um segundo ciclo com duração de três anos e subdividido em Ensino Clássico e Ensino Científico. “No curso clássico, concorrerá para a formação intelectual, além de um maior conhecimento de filosofia, um acentuado estudo das letras antigas; no curso científico, essa formação será marcada por um estudo maior de ciências” (BRASIL, 1942). Com essa reforma a disciplina de cosmografia é extinta e os conteúdos de astronomia passam a integrar o programa de ciências naturais, geografia e física (SOUZA, 2008).

Após o decreto de Gustavo Capanema a próxima reforma educacional no Brasil só aconteceria em 1961 com a criação da primeira versão da Lei de Diretrizes e Bases da Educação – LDB, através da qual os conteúdos relacionados à astronomia ficaram incorporados aos programas de Ciências e Geografia no Primeiro Grau e de Física no Segundo Grau. Desse modo, o período entre os anos de 1930 a 1960 do século XX pode ser considerado como aquele em que a educação secundária se consolidou e se redefiniu no Brasil (MATE, 2002).

A partir da LDB de 1961 o sistema educacional brasileiro passa a seguir um viés enciclopédista, com disciplinas distribuídas em grandes áreas de conhecimento. Os conteúdos de astronomia ficam dissolvidos entre disciplinas científicas, sem muita organização.

Somente com a formulação da atual LDB em 1996 e a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) em 1997, que a astronomia ganhou um pouco de voz ativa no cenário educacional brasileiro. No próximo tópico abordaremos esse novo momento da educação em astronomia pós LDB e PCN.

### **2.5.3. A astronomia e o sistema educacional brasileiro na atualidade**

A astronomia é uma das áreas do conhecimento científico que possui um grande potencial educativo, principalmente porque permite tratar problemas sobre a natureza do cosmos e do homem. Apesar disso, não encontrou ainda seu espaço no sistema educativo.

Juan Bernardino Marques Barrio

O contato com a ciência é um fator fundamental para a aquisição de conhecimentos científicos básicos à formação dos jovens em idade escolar (BRASIL, 1997) e a astronomia por se constituir uma ciência tão antiga quanto à própria humanidade tende a contribuir para esse contato, pois “confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do Universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária [entre 15 e 24 anos]” (BRASIL, 2002, p. 78). E, apesar do interesse crescente sobre temas dessa área, a astronomia na educação básica se resume a esforços isolados e esporádicos (LANGHI & NARDI, 2012).

Embora não haja uma legislação específica no Brasil que trate do estudo de astronomia a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação – LDB (Lei Nº 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996) em seu Art. 3º destaca a importância da liberdade de aprender e da valorização de experiências extraescolares e nos Art. 26º e 32º enuncia a importância das ciências na formação dos estudantes por meio do conhecimento e da compreensão da natureza.

Art. 3º. O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

[...]

III – **pluralismo de ideias** e de concepções pedagógicas;

[...]

X – valorização da **experiência extraescolar**;

[...]

Art. 26º. Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.

§1º. Os currículos a que se refere o *caput* devem abranger, obrigatoriamente, o estudo da língua portuguesa e da matemática, **o conhecimento do mundo físico e natural** e da realidade social e política, especialmente do Brasil.

Art. 32º. O ensino fundamental, com duração mínima de oito anos, obrigatório e gratuito na escola pública, terá por objetivo a formação básica do cidadão, mediante:

[...]

II – **a compreensão do ambiente natural** e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade. (BRASIL, 1996, grifos nossos).

Para garantir o cumprimento das orientações presentes na LDB surgem os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN em 1997 e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ em 2002. Segundo os PCN, para avançar no estudo de conhecimentos científicos “[...] é necessária à construção de uma estrutura geral da área que favoreça a aprendizagem significativa do conhecimento

historicamente acumulado e a formação de uma concepção de Ciência, suas relações com a Tecnologia e com a Sociedade” (BRASIL, 1997, p. 27).

Com a entrada em vigor dos PCN e dos PCN+, cujos documentos englobam diversos temas relacionados à astronomia abre-se uma janela para a implantação, de forma mais eficiente, desses temas entre os jovens de idade escolar no Brasil, uma vez que

[...] é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002, p. 78).

Se por um lado os textos dos PCN e PCN+ abrem perspectivas à inclusão de temas relacionados à astronomia na educação básica, por outro lado relega-os a um segundo plano, subordinando-os a outras áreas como ciências e física que, na prática, faz com que essa inserção esbarre no engessamento do currículo, ou seja, as escolas de ensino básico “[...] atuam de modo formal no papel de instituições que promovem o processo de ensino/aprendizagem de conteúdos de astronomia, embora de modo reduzido, e muitas vezes até nulo [...]” (LANGHI & NARDI, 2009, p. 3).

De fato, segundo aponta o Plano Nacional de Astronomia (PNA),

Com a reforma educacional iniciada nos últimos anos do século passado [século XX], as novas diretrizes curriculares nacionais passaram a incluir conteúdos de astronomia, mesmo que dispersos em diferentes disciplinas ao longo da grade curricular [...] se sempre houve e continua existindo uma grande distância entre o conteúdo proposto e o conteúdo ensinado nos currículos escolares em geral, essa distância fica maior ainda quando se trata dos conteúdos de astronomia (BRASIL, 2010, p. 48).

Essa distância entre os conteúdos reais e os conteúdos escolares visíveis na astronomia mais também em muitas outras áreas do conhecimento, só aprofunda cada vez mais abismo existente atualmente entre o mundo de dentro e de fora da escola. Como nos diz Sousa (2002, p. 1), “vive-se hoje em um momento de aceleradas transformações tecnológicas decorrentes de uma acumulação de conhecimentos sem precedentes”. Nunca a humanidade produziu tanto conhecimento como atualmente e nunca a acessibilidade a esse conhecimento foi tão facilitada, portanto vivemos numa época em que estudar o Universo e desbravar suas fronteiras em viagens espaciais não deve ser

mais visto como sonhos impossíveis, mas sim como possibilidades reais, em um mundo que se encontra em contínua mutação.

Para a educação a lição é clara: seu objetivo primordial deverá ser o de aumentar a “capacidade de confrontação” do indivíduo – a velocidade e a economia com as quais poderá ele adaptar-se à mutação contínua. E quanto maior for o índice de mutações, tanto maior atenção deve ser devotada ao discernimento dos padrões dos eventos futuros (TOFFLER, 1973, p. 336, destaques do autor).

No entanto, por falta de uma legislação específica, torna-se facultativa a implantação do estudo da astronomia nas instituições educacionais, ficando estas reféns de ações empreendedoras isoladas, como o Clube de Astronomia alvo de nossa investigação.

Por outro lado, acreditamos que esse tipo de ambientes educacionais pode gerar mudanças inovadoras nas práticas pedagógicas, contribuindo para uma aprendizagem que se faça significativa nessa área ao criar um contato entre os educandos e os conceitos científicos historicamente acumulados ao mesmo tempo em que lhes permitem ampliarem suas visões de mundo para além do currículo formal e categorizado e tomarem as rédeas da sua própria aprendizagem, pois o “conhecimento é construído por quem aprende e não por quem ensina” (FINO, 2011, p. 47, destaques do autor).

Assim, pelo seu caráter naturalmente interdisciplinar a astronomia pode estar atuando como interface entre as demais ciências naturais ao catalisar ideias científicas que se apresentam tanto através do ensino formal quanto não formal numa contribuição para “incrementar os vínculos entre os alunos e a comunidade, enfatizar a descoberta e a aprendizagem, e de fazer caducar a distinção entre aprender dentro e fora da escola” (SOUSA & FINO, 2001 pp. 382-383).

Nesse sentido, faz-se conveniente dar um enfoque nas diferentes modalidades de educação em astronomia, uma vez que, pela negligência que lhe foi dada no ensino escolar formal no Brasil ao longo do tempo, a astronomia encontrou em ambientes não formais uma maneira de sobreviver enquanto ciência.

#### 2.5.4. Educação em astronomia em ambientes não formais

Ao tentarmos compreender o Universo, aprendendo conceitos básicos de astronomia, desenvolvemos, em nosso íntimo, a satisfação, o interesse, a apreciação e a aproximação pela ciência geral, derivando prazer em entender um pouco o ambiente que nos cerca, seja dentro ou fora do planeta.

Rodolfo Langhi

As inúmeras descobertas ocorridas nas últimas décadas que veem proporcionando uma melhor compreensão do Universo é uma marca desse início de XXI. Os ecos dessas descobertas alimentam o interesse da sociedade pela ciência astronômica, quer pela divulgação através dos meios de comunicação, que pela adaptação das tecnologias científicas desenvolvidas durante as pesquisas ao cotidiano das pessoas (MENEZES, 1996).

Toda essa expansão exponencial do conhecimento científico bombardeia a escola com novas questões e novas discussões diariamente, gerando para as disciplinas ligadas às ciências um constante desafio (KRASILCHIK, 2004). Nessa mesma linha de entendimento, Menezes (*Ibidem*), destacando a heterogeneidade da sociedade pós-moderna, ressalta a importância da abordagem de temas atuais na sala de aula, de pesquisas científicas e tecnológicas a problemas sociais, econômicos e éticos.

No entanto, como Toffler (1973, p. 343) deixa bem claro, ainda mantém-se “[...] um sistema educacional altamente homogeneizado, enquanto o resto da sociedade caminha velozmente rumo à heterogeneidade”, o que distancia cada vez mais a escola tradicional dessa sociedade que incorpora informações em tempo real e modifica as maneiras de viver em curtos espaços de tempo, tornando-se cada vez mais complexa.

A sociedade tem exigido um volume de informações muito maior do que em qualquer época do passado, seja para realizar tarefas corriqueiras e opções de consumo, seja para incorporar-se ao mundo do trabalho, seja para interpretar e avaliar informações científicas vinculadas pela mídia seja para interferir em decisões políticas sobre investimentos à pesquisa e ao desenvolvimento de tecnologias e suas aplicações (BRASIL, 1997, p. 25).

Em relação à astronomia, os PCN abriram caminho para que os conteúdos ligados a essa área voltassem a figurar, mesmo subtendidos nos programas de outras disciplinas, na

educação formal escolar. Mesmo assim, a ausência de uma disciplina que trate exclusivamente dos conteúdos de astronomia dificulta tanto a prática quanto a possibilidade de uma abordagem mais complexa de conceitos científicos da área (LANGHI, 2009).

Ao analisar a atual situação da astronomia na educação brasileira Bretones e Compiani (1999) apontam ainda a deficiência na formação dos professores da área de ciências e a falta de um programa de formação continuada para os docentes já atuantes como fatores agravantes no descaso que sofre a astronomia na educação básica. Para esses autores, embora a astronomia esteja presente de formas variadas na escola,

[...] nunca existiu determinação específica na legislação da formação de professores referentes a tais conteúdos. Os professores, praticamente carecem de formação básica e de conteúdos mínimos em relação aos temas astronômicos. As pesquisas atuais apontam que um dos maiores problemas da educação em astronomia está na formação do professor (BRETONES & COMPIANI, 1999, p. 152).

Em concordância, Carvalho e Gil-Pérez (1995) expressam:

Nós, professores da área de ciências, não somente carecemos de formação adequada, como sequer temos consciência das nossas insuficiências. Como consequência, concentra-se a formação do professor como sendo uma transmissão de conhecimentos e destrezas que, contudo, tem demonstrado reiteradamente suas insuficiências na preparação dos alunos e dos próprios professores (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 1995, p. 14).

O resultado dessa política educacional de desvalorização é uma escola que, embora inserida em um mundo altamente científico e tecnológico, teima em negligenciar as ciências em suas práticas pedagógicas cotidianas. Nesse sentido, para atender às novas exigências sociais pós-modernas, resta à educação em astronomia o desenvolvimento em ambientes não formais extraescolares ou, no mínimo, fora da sala de aula tradicional.

Para Gouvêa *et al* (2001) espaços não formais de educação geralmente se caracterizam por

[...] atividades de cunho coletivo, com participação voluntária. Os conteúdos apresentados são flexíveis, contendo diferentes dimensões e são organizados de forma sequencial, mas não similares àquela apresentada pelos conteúdos programáticos escolares, podendo ser operacionalizados de várias maneiras segundo demandas sociais determinadas. As atividades se dão em situações pouco formalizadas, com sequências cronológicas diferenciadas e o tempo de aprendizagem não é fixado a priori. O espaço onde ocorre a educação não



formal é criado e recriado, segundo os modos de ação previstos nos objetivos maiores e nas vivências promovidas pela socialização (GOUVÊA *et al*, 2001, p. 170).

Gohn (1999) caracteriza a educação não formal como aquela desenvolvida em ambiente extraescolar ou até dentro da escola, porém fora da sala de aula tradicional. Nesses locais, continua o autor, os aprendizes têm a possibilidade de desfrutar de uma flexibilização curricular impossível de acontecer na sala de aula convencional, além de poder, juntamente com os orientadores, escolher métodos livres das obrigatoriedades legislativas e institucionais.

A partir da conceituação de Gohn (*Ibidem*), Langhi e Nardi (2009) enumeram os principais tipos de ambientes que oferecem educação não formal em astronomia no Brasil, a saber: observatórios astronômicos, planetários e clubes de astronomia amadores.

Os **observatórios astronômicos** quase sempre são construídos longe dos centros urbanos para amenizar a luminosidade produzida pelas cidades e em regiões altas para proporcionar uma melhor visão do céu, visto que suas dependem das condições atmosféricas. Nesses locais ocorrem desde pesquisas científicas mais avançadas, no caso de observatórios profissionais ou ligados a universidades, até a prática astronômica amadora, no caso de observatórios particulares ou públicos com fins de divulgação científica. A maioria dos observatórios localizados em centros universitários oferecem atividades de divulgação e popularização da astronomia como cursos rápidos, visitas guiadas e observações noturnas (LANGHI, 2009).

Diferente dos observatórios astronômicos, os **planetários**, embora também seja locais de observação do céu, não dependem das condições climáticas para desenvolver suas atividades, o que lhe confere alguma vantagem em relação aos primeiros. Isso é possível, pois o céu observado em um planetário não é real, mas sim imagens gravadas e projetadas em uma cúpula interna (*Idem*).

De acordo com Ferreira (2013, p. 574), o termo planetário determina um “instrumento de projeção para demonstrar a posição e o movimento dos corpos celestes [que] pode projetar o céu como seria visto em qualquer época e lugar do planeta”. No entanto, como afirma Barrio (2010), com o passar do tempo esse termo ganhou uma conotação mais ampla. Segundo esse autor,

Costuma-se atribuir a denominação de planetário ao instrumento capaz de representar os objetos visíveis da esfera celeste e seus movimentos. No entanto, mesmo se referindo ao equipamento, na perspectiva didática, é melhor chamar de planetário a todo o edifício que é destinado a concentrar, e na qual funcionam, este e outros instrumentos e equipamentos (BARRIO, 2010, p. 165).

A tentativa de reprodução dos fenômenos astronômicos em uma abóboda celeste artificial remota aos tempos antigos. Já no século VI a. C., a partir das ideias de Anaximandro de Mileto, a quem se atribui a invenção do globo terrestre e a primeira representação do céu esférico<sup>66</sup>, começaram-se a serem fabricadas esferas celestes em madeira sobre um fundo azul escuro, sustentadas nos ombros de Atlas<sup>67</sup>. Acredita-se que essas esferas representam as primeiras tentativas de retratar o céu noturno, porém sem reproduzir os movimentos celestes (*Idem*).

Durante os quase dois mil anos seguintes a Anaximandro, os planetários foram sendo aperfeiçoados à medida que as concepções astronômicas também evoluíam. Mas somente com a Revolução Copernicana do século XVI<sup>68</sup> e a construção dos primeiros planetários mecânicos reproduzindo um Sistema Solar heliocêntrico, que este ambiente se valorizou como local de pesquisas científicas e, posteriormente, educacionais (CURRAN, 1990; LANGHI, 2009).

Os planetários mecânicos se tornaram bastante populares até o surgimento da tecnologia da projeção no início do século XX. Em 1923 o alemão Walther Bauersfeld (1879-1959) criou o primeiro projetor planetário e testou o aparelho no Museu de Munique. Essa tecnologia ainda hoje é comumente utilizada e tem ajudado a tornar “[...] os planetários de projeção uma das formas mais importantes de apresentar a astronomia e os assuntos relacionados com esse tipo de conhecimento a um grande público [...]” (BARRIO, 2010, p. 169).

Contudo, embora os planetários ofereçam um grande potencial no apoio à educação em astronomia, Langhi e Nardi (2009) alertam para a subutilização desse potencial, uma vez que

---

<sup>66</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.2.1.

<sup>67</sup> Na mitologia grega, Atlas era um deus que, após ser condenado por Zeus, tinha que sustentar o céu eternamente nos ombros (BARRIO, 2010).

<sup>68</sup> Cf. Capítulo 1, Tópico 1.5.

[...] o objetivo principal de um planetário deveria ser o de educar nas diferentes áreas do conhecimento, a partir dos princípios astronômicos. De fato, o enorme potencial pedagógico de um equipamento como o planetário é amplamente reconhecido na área, embora muitas pessoas (incluindo professores) desconheçam um planetário e sua finalidade, nem tão pouco foram conscientizadas para a sua utilização como ferramenta didática (LANGHI & NARDI, 2009, p. 5).

Uma vez definidos os objetivos os planetários podem operar nos três campos da aprendizagem: no cognitivo, estimulando o pensamento; no psicomotor, oferecendo experiências interativas; e no afetivo, cultivando o sentimento pelo conhecimento científico (BARRIO, 2005), atuando como um instrumento de educação em astronomia em todos os níveis, desde estudantes de ensino básico a universitários, bem como à formação de professores.

De acordo com Associação Brasileira de Planetários (ABP), o Brasil dispõe atualmente de 40 planetários fixos e 31 planetários móveis<sup>69</sup>, distribuídos por todas as unidades da federação, atingindo um público de milhares de docentes e milhões de aprendizes pelo país.

Além dos observatórios astronômicos e dos planetários, existem os **clubes de astronomia amadora**, que, segundo Matsuura (2004) atuam como incentivadores do interesse pela pesquisa em astronomia e ciências afins, à medida que contribuem para a valorização e popularização da astronomia, ao proporcionar acesso a espaços coletivos e não formais de educação. De fato,

Estas associações têm prestado uma valiosa contribuição local para a motivação e popularização da astronomia, suprimindo carências específicas nesta área, mesmo que realizado muitas vezes de modo pontual e isolado, a partir de conhecimentos do senso comum, ou como fruto de leituras autodidatas (LANGHI & NARDI, 2009, p. 5).

O primeiro grupo astronômico amador registrado foi o *Sidewalk Astronomers* (“Astrônomos de Calçada” em tradução literal) criado em 1968 em São Francisco, Estados Unidos (MATSUURA, 2004). Esse grupo surgiu com o objetivo de levar a astronomia às pessoas em geral em lugares públicos, como esquinas e parques, ou em qualquer lugar que existam multidões.

---

<sup>69</sup> A lista completa dos planetários brasileiros está disponível na *homepage* da ABP, podendo ser acessada pelo endereço eletrônico <<http://planetarios.org.br/quem-somos/o-que-fazemos/>>. Acesso em: 15 set. 2017.

Segundo o site oficial, dois pontos norteiam o trabalho do grupo: “1) *giving the people of this planet a chance to see, with their own eyes, celestial objects through good-sized telescopes, and 2) providing them with information about what they are seeing*”<sup>70</sup> (*Sidewalk Astronomers*, 2016).

Langhi e Nardi (2009) destacam ainda a importância dos clubes de astronomia amadora para as descobertas e pesquisas na área astronômica, especialmente na astronomia observacional:

Outras contribuições dos [clubes de astronomia] amadores, mesmo que limitadas, reside no fato de a astronomia ser uma ciência em que estes podem colaborar com dados e informações para a comunidade científica profissional. Os astrônomos profissionais costumam ocupar-se intensamente com trabalhos bem específicos e segmentos da astronomia, sem muitas observações diretas através das oculares de grandes telescópios [...]. Enquanto isso, astrônomos amadores observam com seus telescópios menores, espalhados por todo o globo terrestre, perscrutando o céu noturno ativamente (*Ibidem*, p. 5).

É fato que a astronomia observacional constitui uma parte significativa das atividades desenvolvidas num clube de astronomia, porém a observação do céu é apenas uma dentre várias atividades realizadas nesse tipo de ambiente não formal de educação (DYSON, 1992). Somando-se a esta a promoção de cursos, palestras públicas, grupos de pesquisa, participações em eventos e feiras científicas, além de uma vasta gama de projetos de divulgação da astronomia em escolas e instituições.

Langhi e Nardi (2009) nos lembram de que, em alguns países como França, Estados Unidos, Itália, Alemanha, Polônia, Japão e Bulgária, os clubes e associações de astronomia amadora realizam atividades que vão além de contribuições aos centros de astronomia profissionais. “Muitos deles, que se comprometem com o conhecimento de cunho científico, tem exercido um papel fundamental para a formação continuada de professores em conteúdos de astronomia” (*Ibidem*, p. 6).

No Brasil, diante das lacunas deixadas pelas escolas em relação ao tratamento de temas astronômicos e da divulgação científica, cabem cada vez mais aos espaços não formais de educação suprir essas carências e encurtar as distâncias entre astrônomos profissionais, amadores, professores, estudantes e o público em geral.

---

<sup>70</sup> 1) Dar às pessoas deste planeta a chance de ver, com seus próprios olhos, objetos celestiais através de telescópios de bom tamanho, e 2) fornecer informações sobre o que estão vendo. (Tradução nossa).

Assim, tomando esses princípios como referência, o Clube de Astronomia Vega desenvolve atividades que buscam popularizar, divulgar e socializar o conhecimento em astronomia. Na sequência, falaremos um pouco sobre esse clube, que é objeto de estudo de nossa pesquisa.

#### 2.5.4.1. O Clube de Astronomia Vega

Muitos de nossos clubes já perceberam a lacuna deixada pela educação formal em relação à astronomia e estão trabalhando com afinco para supri-la.

Tasso Augusto Napoleão

No segundo semestre de 2010, partindo de um projeto já desenvolvido na cidade desde o ano de 2002, nascia nas dependências físicas do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) – *campus* Pesqueira, o Clube de Astronomia Vega, pela iniciativa do professor Mário Monteiro, do então estudante de Física e hoje orientador do Clube Ibson Leite e do servidor Evandro Bezerra.

De acordo com o professor Mario Monteiro o Clube de Astronomia Vega foi criado com o “objetivo de divulgar a Astronomia de uma maneira diferenciada incentivando a aprendizagem em ciências com uma abordagem interativa, desenvolver pesquisas científicas na área de Astronomia e promover a interação dos alunos do Instituto com a ciência”.<sup>71</sup>

Diante do exposto podemos verificar a missão da busca da divulgação e da popularização adotada pelo Clube, por meio de práticas pedagógicas interativas frente a crescente demanda no interesse do público pela astronomia e fazendo uso da tecnologia presente no cotidiano do mundo pós-moderno. Diante desse cenário, “[...] parece claro que o papel dos clubes será cada vez mais essencial, principalmente em âmbito local. [...] Ninguém melhor do que os clubes de astronomia para exercer esse papel” (NAPOLEÃO, 2013, pp. 484-485).

---

<sup>71</sup> Informação retirada da página do Clube de Astronomia Vega no *Facebook*. Disponível em: <<https://www.facebook.com/vega.astronomia.3>>. Acesso em: 10 set. 2017.

Outro ponto importante, sempre evidenciado nas conversas com o orientador do Clube, é a preocupação na divulgação astronômica para além da beleza e da curiosidade, aproveitando o interesse natural pelo assunto para descobrir futuros astrônomos ou cientistas de áreas afins, sabendo que

[...] muitas vezes o interesse das pessoas pela astronomia é despertado por um ato tão simples quanto assistir a uma sessão de planetário, ler uma revista de divulgação científica ou mesmo assistir a um programa de televisão bem produzido. Numa segunda etapa, essa pessoa provavelmente irá pesquisar em *websites* astronômicos populares e eventualmente entrará em uma ou outra lista de discussão, tornando-se assim um curioso ou entusiasta. Nesse estágio ela poderá permanecer o resto da vida ou progredir [...] ao aprender com os mais experientes. Nesse ponto é que os clubes de astronomia entram – em sua função talvez mais nobre, que será a formação desses novos astrônomos amadores para o futuro (NAPOLEÃO, 2013, p. 485).

Vale destacar ainda que o papel de sensibilização da comunidade para a ciência astronômica que o Clube de Astronomia Vega vem desenvolvendo por meio da promoção de observações, palestras e cursos ganha maior relevância pelo fato de que a cidade de Pesqueira não contar com outros espaços públicos para divulgação da astronomia.

Estruturalmente, o Clube de Astronomia Vega conta com uma sala própria para atividades e reuniões, cedida pelo IFPE – *Campus* Pesqueira, nas dependências dessa instituição. Em relação aos instrumentos para observação astronômica, dispõe binóculos simples e telescópios, além de equipamentos de informática como projetor e computadores utilizados tanto para a pesquisa como nas atividades externas de divulgação científica. Por vezes equipamentos particulares também podem ser agregados às atividades.

Durante o período que acompanhamos as vivências do Clube, este se encontrava constituído por nove membros – um orientador e oito aprendizes/participantes – que se encontram semanalmente, geralmente nas terças-feiras à tarde e/ou nas sextas-feiras à noite. Às vezes também eram marcados encontros extras para finalizar algum projeto ou organizar eventos, por exemplo. Em todas as situações descritas as atividades sempre foram desenvolvidas coletivamente.<sup>72</sup>

---

<sup>72</sup> Detalhes das práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega encontram-se na segunda parte desta Tese.

Sendo assim, de um modo geral, o Clube abre espaço para um despertar do interesse pela pesquisa em ciências, num âmbito geral, e em astronomia no particular, ao “[...] transpor os muros da escola e as paredes das salas de aula, muitas vezes limitadas e redutoras e estender-se a outros espaços” (FREITAS & MARTINS, 2005, p. 1), integrando a comunidade num verdadeiro sentido de educação permanente.

Se o engessamento do currículo formal, os muros das escolas e as paredes das salas de aula tradicionais continuam limitando o acesso a uma verdadeira educação em astronomia, Guimarães e Vasconcelos (2006) veem nos espaços não formais uma possibilidade para a difusão dessa ciência. Para esses autores,

Tais espaços ganham cada vez mais importância diante do aumento constante da complexidade da realidade. A escola, no entanto, tem encontrado dificuldades para proporcionar à sociedade todas as informações e reflexões necessárias para a compreensão deste contexto. Portanto, a educação não formal por ter uma organização espaço-tempo mais flexível possui um importante papel para a ampliação da cultura científica (GUIMARÃES & VASCONCELOS, 2006, p. 156).

Em concordância com os autores supracitados, acreditamos que espaços não formais de educação como o Clube de Astronomia Vega, pela liberdade das amarras burocráticas presentes na educação formal, possuem grande potencial de popularização e difusão da ciência astronômica e suas inter-relações.

Sabemos que várias vertentes do conhecimento apresentam argumentos que justifiquem uma abordagem educativa, porém acreditamos que a astronomia, por seu perfil naturalmente motivador e interdisciplinar, reúne um expressivo conjunto de razões que a torna privilegiada como locomotiva da educação científica. Por isso, não poderíamos encerrar este capítulo sem abordar tais razões.

## **2.6. Razões para uma educação em astronomia**

A astronomia é útil porque nos eleva acima de nós mesmos; é útil porque é grande; é útil porque é bela [...]. É ela que nos mostra o quanto o homem é pequeno nessa imensidão resplandecente, onde seu corpo não passa de um ponto escuro.

Henri Poincaré

Desde as primeiras palavras deste capítulo temos enfatizado a importância da astronomia enquanto ciência que acompanha o cotidiano da humanidade desde que surgimos como espécie humana. Ao mesmo tempo ressaltamos o descaso em que os sistemas educacionais, em seus diferentes momentos da história, têm mantido essa ciência. Diante desse contexto faz-se importante elencar algumas razões pelas quais a educação em astronomia precisa de mais espaço na educação pós-moderna.

Caniato (1974) cita seis razões para justificar a importância da educação em astronomia enquanto meio facilitador de aprendizagem das ciências. São elas:

1. A Astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência.
2. A Astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca.
3. A Astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro.
4. A Astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem materiais ou laboratórios custosos.
5. A Astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência.
6. O estudo do Céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos (CANIATO, 1973, pp. 39-40).

Partindo das razões propostas por Caniato e por argumentos apresentados por pesquisadores como Moore (1990), Compiani (1996), Oliveira (1997), Langhi (2009), Langhi e Nardi (2012), sintetizamos as principais razões que apontam para a importância de uma maior presença da temática na educação e que passamos a citar:

**1. A astronomia está enraizada na cultura e no cotidiano das pessoas** – Desde que surgimos como espécie distinta no planeta Terra que a astronomia está presente em nosso cotidiano. Temas ligados à astronomia fazem parte da nossa vida diária às vezes de forma tão natural e tão entranhados na nossa cultura que nem os percebemos (LANGHI & NARDI, 2012). Nesse sentido, “a importância crescente da educação científica nas últimas décadas decorre da presença de princípios tecno-científicos no



cotidiano bem como da formação deficiente das pessoas de modo geral nesses assuntos” (BRETONES, 2008, p. 14).

Conceitos que vão das primeiras noções de divisão do tempo em unidades determinadas de dias e noites (claro e escuro) aos precisos calendários atuais; dos mitos de criação do mundo presentes nas mais diferentes culturas em torno do planeta à teoria do Big Bang; dos sistemas de orientação antigos baseados nas estrelas ao moderno GPS (*Global Positioning System*); do primeiro telescópio criado por Galileu aos telescópios espaciais, a astronomia mostra-se presente e interligada na cultura humana (KANTOR, 2001).

Se nunca tivéssemos visto as estrelas, o Sol e o céu, nenhuma das palavras que pronunciamos sobre o Universo teriam sido ditas. Mas a visão do dia e da noite, dos meses e a revolução dos anos criaram um número e nos deram a concepção do tempo e o poder de indagar sobre a natureza do Universo (PLATÃO *apud* FERRIS, 1990, p. 3).

Portanto, esse laço cultural que nos une à astronomia, criado desde que os primeiros humanos começaram observar o céu pode ser muito explorado na educação como fator de aproximação dos alunos à ciência, tanto na produção quanto na divulgação científicas, justificando por si só a presença da astronomia nos contextos educacionais (SCHIVANI, 2010).

**2. A astronomia possibilita uma melhor compreensão do Cosmos e consequentemente da condição humana** – Ao possibilitar um melhor entendimento do Cosmos em toda sua complexidade a astronomia naturalmente abre uma janela para que a humanidade encontre seu lugar no espaço-tempo e perceba sua pequenez diante do Universo (CANIATO, 1990). Desse modo,

O estudo da Astronomia ajudará o aluno a ter uma compreensão mais correta acerca do Universo do qual é parte e o quanto nossa existência depende de condições extremamente particulares que encontramos nessa pequena porção do Sistema Solar (KANTOR, 2001, p. 25).

E o autor completa:

Ao investigar o Universo e, em decorrência, nosso lugar no Universo, [a astronomia] se torna um dos fundamentos da cultura humana, hoje e sempre, de forma que uma educação voltada para a construção da cidadania não pode abrir mão desse componente. [...] A compreensão sobre nosso lugar no Universo nunca esteve desvinculada de valores humanos mais gerais [...], a compreensão da Astronomia através dos tempos é importante para a compreensão das sociedades humanas (*Ibidem*, p. 106).

Assim, a educação em astronomia, ao colocar o educando diante da imensidão do Universo e suas dinâmicas, leva-o a refletir e questionar sobre a condição humana e a existência de tudo que nos rodeia e que se interliga por meio de uma história em comum.

**3. A astronomia contribui para a popularização e divulgação científica** – Em um mundo que se mostra cada vez mais tecnológico o conhecimento científico torna-se mais necessário às pessoas comuns a cada dia que passa, estando presente em grande parte de suas atividades cotidianas (MUELLER, 2002). Assim, o interesse da popularização pelos temas relacionados às ciências

vem crescendo e ajudando a consolidar nova configuração nas formas de apropriação do conhecimento, o que pode ser constatado pela verdadeira explosão no número de canais de divulgação científica, quer pela promoção de eventos, criação de museus ou espaços para a ciência, ou ainda pela criação de inúmeros boletins e jornais eletrônicos (VALÉRIO & PINHEIRO, 2008, p. 162).

Diante dessa tendência, a astronomia, por despertar fascínio e motivação tanto na escola quanto fora dela (LANGHI & NARDI, 2012), apresenta-se como caminho à popularização e à divulgação científica, pois na “divulgação de astronomia existem muitas possibilidades de atuação de astrônomos e educadores para melhorar o quadro de analfabetismo científico na área” (BRETONES, 2008, p. 14).

Este crescente interesse pelos temas astronômicos, em parte motivado pelas notícias divulgadas pelos meios de comunicação sobre descobertas relacionadas com o tema, pode ser utilizado como uma “porta” para trazer a astronomia mais perto do cotidiano das pessoas, ao passo que funciona como um fator motivador de aprendizagem.

**4. A astronomia possui caráter naturalmente interdisciplinar** – De todos os argumentos em favor da educação em astronomia talvez o mais referido pelos pesquisadores da área seja seu caráter interdisciplinar, facilitando sua interação com disciplinas como Química, Física, Matemática, Biologia, Meio Ambiente, Arqueologia, Geologia, Geografia, entre outras (LANGHI & NARDI, 2004, 2012; SCHIVANI, 2010). *“Astronomy is a fascinating science subject partly because it enables*

*interdisciplinary approaches and attracts students toward contemporary science*”<sup>73</sup> (COLOMBO *et al.*, 2010).

Para Schivani (*Op. cit.*), essa natureza interdisciplinar da astronomia se deve principalmente a sua trajetória histórica enquanto ciência. Segundo esse autor,

por se tratar de uma ciência das mais antigas, passou por vários desenvolvimentos e formulações, bem como seus articuladores sofreram influências de diferentes visões de mundo e perseguições políticas e religiosas em diferentes épocas. Trata-se de um saber que interage sem grandes dificuldades com várias disciplinas (*Ibidem*, p. 28).

Várias tecnologias desenvolvidas nas últimas décadas com aplicação direta em nosso cotidiano estão de alguma forma, ligadas à astronomia. Os satélites artificiais que foram um marco no avanço dos sistemas de comunicação e localização mundiais e equipamentos desenvolvidos para as viagens espaciais, como os CCD (*Charge-Coupled Devise*) presentes nas câmaras digitais e equipamentos médico-hospitalares, são alguns exemplos das possibilidades de interação da astronomia com outras áreas do conhecimento (SCHIVANI, 2010).

**5. A astronomia estimula a imaginação** – Por fim, destacamos um argumento que coloca a astronomia no grupo das ciências com capacidade de criar uma ponte cognitiva do pensamento concreto para o abstrato e vice-versa: o estímulo à imaginação. Ao enfatizarem que os objetivos de quem estuda astronomia geralmente se encontram além dos olhos, Langhi e Nardi (2012), destacam que ao fomentar a imaginação a astronomia ajuda a desenvolver nos aprendizes a capacidade de criar modelos mentais, que é uma das barreiras no processo de aprendizagem.

Bretones (1999) argumenta que a astronomia atua como fator de estímulo aos estudantes à medida que

[desenvolve] o raciocínio e a representação espacial, a narrativa sucessiva-causal e os raciocínios de causalidade desenvolvidos nos discursos históricos, a existência de padrões espaço-temporais para vários desses fenômenos naturais e não existência de manipulações, experiências e observações diretas para interpretação de muitos desses fenômenos. Pode-se trabalhar com ideias abstratas e modelações, pouco enfatizadas no ensino de ciências (BRETONES, 1999, pp. 5-6).

---

<sup>73</sup> A astronomia é um assunto científico fascinante, em parte porque permite abordagens interdisciplinares e atrai estudantes para a ciência contemporânea. (Tradução nossa).

Bem, com este breve resumo das principais razões encontradas na literatura que argumentam a favor da educação em astronomia, tentamos mostrar o quão favorável e benéfica é o estudo de astronomia, não só para os estudantes, mas também para professores e para a população em geral.

Temos consciência de que muitos outros ramos científicos também partilham suas razões que lhe possibilitam uma abordagem educativa, no entanto acreditamos que a astronomia, por sua participação no cotidiano das pessoas, sua contribuição para a popularização e divulgação da ciência, sua abordagem interdisciplinar e sua capacidade de estimular a imaginação, atuando como fator diferencial no processo educativo.

### **Sumário do capítulo**

Este capítulo teve como foco principal a educação em astronomia, a qual apresentamos desde sua presença nas civilizações antigas, sua consolidação como ciência, sua presença na escola moderna até a situação na qual se encontra no sistema educacional atual.

Para entender as origens da educação em astronomia voltamos às primeiras civilizações humanas e analisamos a maneira como estas tratavam e transmitiam os conhecimentos astronômicos, desde os mais simples como as observações do céu até a formulação das primeiras cosmologias e o papel que desempenhavam quando do surgimento das primeiras escolas na Grécia Clássica.

Destacamos o momento de obscuridade a partir da ascensão da Igreja Católica como único poder instituído na Idade Média na Europa, quando todas as ciências naturais foram quase totalmente esquecidas. Nesse contexto educacional medieval, ressaltamos a criação das universidades europeias como um ressurgimento da educação em astronomia, fundamentando as bases para a quebra paradigmática pela qual passaria a partir do século XVI com a consolidação da Revolução Copernicana.

Vimos ainda o impacto da criação da escola pública de massa no início do século XIX para a educação em astronomia, que perde seu *status* de disciplina independente no

recém-criado sistema educacional moderno e fica renegada a coadjuvante de outras ciências ou simplesmente desaparece de alguns currículos escolares. Quadro esse que se mantém até meados do século XX, quando a corrida espacial entre Estados Unidos e União Soviética traz novamente à tona a importância da astronomia nos contextos educacionais.

No Brasil, somente em finais do século XX, com as reformas da LDB e formulação dos PCN, que conteúdos de astronomia voltaram a fazer parte dos currículos escolares, porém de maneira tímida e integrados a outras disciplinas. Diante desse cenário de negligência na educação formal, verificamos o crescimento da educação em astronomia em ambientes não formais, como observatórios astronômicos, planetários e clubes de astronomia amadores.

E é justamente um ambiente não formal – o Clube de Astronomia Vega – nosso objeto de pesquisa, pois, tal como Fino (2011), acreditamos que esse tipo de ambiente educacional pode desencadear mudanças inovadoras nas práticas pedagógicas e gerar uma aprendizagem que se faça significativa. Assim, no próximo capítulo, daremos destaque à inovação pedagógica enquanto ruptura paradigmática, sua relação com as TIC e a aprendizagem significativa no âmbito da educação em astronomia.

### **CAPÍTULO 3 – INOVAÇÃO PEDAGÓGICA, TIC E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ÂMBITO DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA**

O início do século XXI já pode ser considerado como um período de importantes e significativas mudanças na sociedade. Grande parte dessas mudanças é consequência da incorporação cada vez maior da tecnologia na vida das pessoas, aumentando exponencialmente a transmissão e o acesso à informação (TOFFLER, 1980; HARGREAVES, 1998).

Por outro lado, todos esses ares de mudanças sociais não se mostram tão respiráveis no interior das escolas, que teimam em se manter como instituições modernas em uma sociedade pós-moderna e tecnológica (HARGREAVES, 1998), abrindo um enorme abismo entre o mundo de dentro e de fora dos muros escolares (SOUSA & FINO, 2001), e tornando visível a crise paradigmática nos sistemas educacionais (KUHN, 1996). Mesmo assim, o paradigma educacional vigente, apesar de há muito ter perdido o vínculo com a realidade, ainda encontra forças para lutar pela manutenção de seu *status*, historicamente construído e socialmente compartilhado (FINO, 2011).

Diante disso, uma mudança no modelo de educação tradicional, herdado da Revolução Industrial, mostra-se urgente. Todavia, para que haja uma verdadeira ruptura paradigmática faz-se necessária uma descontinuidade total e intencional do velho paradigma e sua substituição por um paradigma novo (FINO, 2000). Nesse cenário, a Inovação Pedagógica se apresenta como alternativa à mudança, à medida que abre caminho para a criação de contextos de aprendizagem em detrimento aos habituais contextos de ensino (FINO, 2008a).

No entanto, muitas vezes, a criação de contextos de aprendizagem esbarra no desentendimento do próprio processo de aprender, que precisa ser encarado como algo muito mais complexo do que o simples resultado de se ser ensinado, podendo ocorrer tanto intencionalmente por meio de um instrumento formal quanto acidentalmente através de experiências.

A tentativa de entender e explicar o processo de aprendizagem teve início em estudos empíricos da psicologia comportamental, segundo os quais todo conhecimento se origina das experiências (GIUSTA, 1985). Assim, para a psicologia, a aprendizagem é definida como uma mudança no comportamento, que, para alguns estudiosos é moldada por fatores externos – comportamentalistas/behavioristas – enquanto para outros é fruto da construção pessoal – cognitivistas, construtivistas, sócio-construtivistas e construcionistas.

Nas décadas de 1950 e 1960 o behaviorismo, principalmente graças aos trabalhos de condicionamento operante de Skinner, alcançou certa popularidade nos meios educacionais. Porém, limitações sobre o papel das emoções e da motivação na aprendizagem abriram espaço para propostas voltadas às construções cognitivas e de desenvolvimento, como a aprendizagem significativa de Ausubel (1963; 1968; 2003), a teoria histórico-cultural da atividade de Vygotsky (2007), o construtivismo de Piaget (1990) e o construcionismo de Papert (1980; 1990; 1994) (OSTERMANN & CAVALCANTI, 2011).

Mais recentemente, George Siemens (2005) apresenta o conectivismo como uma proposta de evolução às teorias de aprendizagem existentes até o momento (behaviorismo, cognitivismo e construtivismo), segundo o qual o conhecimento se distribui por meio de redes de indivíduos e tecnologia, sendo a aprendizagem um processo resultante da conexão e acesso a essas redes (CORREIA, 2011).

Seja qual for o viés teórico pelo qual o processo de aprendizagem é tratado sempre encontrará muitas barreiras paradigmáticas para seu desenvolvimento pleno. Obstáculos estes que geralmente também dificultam, ou até mesmo impedem, a aplicabilidade de práticas pedagógicas inovadoras, que valorizem aqueles que aprendem e não aqueles que ensinam (FINO, 2008a; 2011).

Na busca por um novo paradigma educacional para o século XXI, deve-se levar em consideração a aprendizagem situada, colaborativa e onde o aprendiz possa testar suas construções e negociar socialmente o conhecimento, com apoio das TIC (PAPERT, 1991). Nessa perspectiva, a Inovação Pedagógica pode impulsionar e favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes em meio às mudanças paradigmáticas do sistema que não podem mais serem adiadas.

### 3.1. Uma escola em crise e a urgência de mudança

O mundo pós-moderno é rápido, comprimido, complexo e incerto [...]. Grande parte do futuro da educação dependerá da forma como esses desafios da pós-modernidade se caracterizarem e se resolverem nas escolas e nos sistemas escolares modernos.

Andy Hargreaves

O mundo pós-moderno do século XXI em que vivemos, no qual a tecnologia incorpora-se cada vez mais ao cotidiano das pessoas e traz consigo um espantoso aceleração da transmissão das informações, já pode ser considerado como uma época de fortes mudanças na história da humanidade.

De acordo com Toffler (1980, p. 24), “até agora a raça humana suportou duas grandes ondas de mudança, cada uma obliterando extremamente culturas ou civilizações e substituindo-as por modos de vida inconcebíveis para os que vieram antes”. A Primeira Onda foi a “revolução agrícola” iniciada há aproximadamente dez mil anos e que resultou na passagem do nomadismo às civilizações fixas; a Segunda Onda foi a “revolução industrial” iniciada há cerca de trezentos anos, caracterizada pelo crescimento das cidades e a criação da educação em massa<sup>74</sup>; e a Terceira Onda, a “revolução tecnológica”, iniciada por volta da década de 1950 e que se encontra em curso, pode ser caracterizada pela expansão do acesso à informação e à presença da tecnologia na vida das pessoas. Sendo assim,

Uma nova civilização está em nossas vidas e por toda a parte há cegos tentando suprimi-la. Esta nova civilização traz consigo novos estilos de família, modos de trabalhar, amar e viver diferentes; uma nova economia; novos conflitos políticos; e, além de tudo isto, igualmente uma consciência alterada. [...] a laborada desta nova civilização é o fato mais explosivo das

---

<sup>74</sup> De acordo com Toffler (1980), a Segunda Onda se sustentava sobre seis pilares, a saber: **Padronização**: produção em massa de manufaturas idênticas; **Especialização**: observável na figura do operário que só fazia uma tarefa, o especialista; **Sincronização**: uniformização dos serviços, valorização da pontualidade; **Concentração**: de pessoas nas cidades, de trabalhadores nas fábricas, de capital nas grandes companhias; **Maximização**: mania de grandeza e crescimento; **Centralização**: de poder político e administrativo. Todos esses pilares são visíveis no paradigma fabril de educação, por meio da padronização dos currículos, dos testes de múltipla escolha e dos processos de admissão; na especialização dos professores; na sincronização do tempo das aulas e divisão do tempo para tarefas; na concentração de alunos na sala de aula e na escola; na cobrança de maximização de resultados; e na centralização da autoridade na figura do diretor e do professor.



nossas vidas. [...] estamos tateando à procura de palavras para descrever a potência e o alcance desta mudança extraordinária (TOFFLER, 1980, p. 23).

Hargreaves (1998), fazendo uma análise mais pormenorizada a partir de quatro níveis – econômico, político, organizacional e pessoal – reforça as ideias de Toffler (*Op. cit.*) sobre o momento de transição pelo qual passa a humanidade. Assim, valendo-se da análise de Hargreaves (*Op. cit.*), apresentamos um quadro comparativo das características da modernidade e da pós-modernidade<sup>75</sup> nos respectivos níveis:

NÍVEIS DE ANÁLISE	MODERNIDADE	PÓS-MODERNIDADE
Nível Econômico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O local de trabalho passa da família para a fábrica.</li> <li>- Início da produção em massa de produtos manufaturados</li> <li>- Acentuação da especialização e da padronização</li> <li>- Valorização da produtividade, rentabilidade e eficácia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Declínio do sistema fabril</li> <li>- Mercado de trabalho em constante mutação</li> <li>- Produção gira em torno de bens menores, serviços e informação mais do que manufaturas</li> <li>- Flexibilização e antecipação das exigências do mercado</li> </ul>
Nível Político	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consolidação do Estado Nação, que centraliza o controle da segurança social, saúde, educação e economia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Questionamentos sobre a legitimidade de intervenção do estado na vida econômica</li> <li>- Privatizações</li> <li>- Descentralizações de decisões e redução da especialização</li> <li>- Surgimento das organizações não governamentais</li> </ul>

<sup>75</sup> De acordo com Hargreaves (1998), a pós-modernidade pode ser entendida como uma condição social na qual a vida das pessoas se guia por princípios que diferem em muito daquele que caracterizavam a modernidade. Lopes (2001), por sua vez, utiliza o termo pós-modernidade para nomear uma sociedade que possibilita a participação democrática da população em múltiplos níveis.

Nível Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surgimento de complexas e pesadas burocracias</li> <li>- Hierarquização</li> <li>- Segmentação de carreiras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valorização da flexibilidade e rápida capacidade de respostas</li> <li>- Tomada de decisões mais horizontais</li> <li>- Diluição de papéis e fronteiras</li> </ul>
Nível Pessoal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sentido de identidade coletiva, que pode conduzir à alienação, ao estranhamento e à ausência de sentido na vida das pessoas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indivíduos agrupam-se a partir de interesses afins</li> <li>- Falta de permanência e estabilidade, que podem gerar crises nas relações interpessoais</li> </ul>

**QUADRO 2:** Caracterização da modernidade e da pós-modernidade a partir dos níveis de análise de Hargreaves (1998)

A análise destes princípios não deixa dúvida que os pilares que sustentavam a sociedade moderna (princípios da Segunda Onda) já foram ou estão sendo substituídos por pilares da pós-modernidade (princípios da Terceira Onda). A estabilidade deu lugar à constate mutação; a produção em massa de manufaturas está sendo substituída pela produção de bens menores e serviços; há uma tendência à descentralização das decisões, com a obediência dando lugar à autonomia e criatividade; redução da especialização e valorização da flexibilidade e iniciativa, competências que causam desconforto e dificuldades para a escola do século XIX (FINO, 2015).

No entanto, toda essa mudança na sociedade não se apresenta tão visível nas escolas, que basicamente “[...] continuam a ser instituições modernas (e, em certos casos, até pré-modernas), que se veem obrigadas a operar num mundo pós-moderno complexo” (HARGREAVES, 1998, p. 27), no qual a maioria dos estudantes tem acesso imediato às informações por meio de “[...] um universo múltiplo de *e-mails*, *Facebook*, *Twitter*, *Skype*, *WhatsApp*; e as instituições tradicionais veem perdendo a influência cultural e social entre os jovens” (NASCIMENTO, 2015, pp. 38-39).

Em meio a essa complexidade tecnológica do mundo pós-moderno as escolas se encontram deslocadas em uma realidade para a qual não foram criadas e com a qual não sabem lidar, aumentando cada vez mais o abismo entre o mundo da escola e o mundo fora de seus muros, pois

Enquanto na sociedade a evolução da tecnologia faz precipitar o futuro com uma aceleração cada vez mais exponencial, a escola tem continuado a ver aumentar a distância que a separa da realidade autêntica, que é a que se desenvolve no exterior dos muros anquilosados. E há muito tempo que perdeu, ou viu atenuar, o vínculo que outrora teve, indiscutível, com o desenvolvimento da sociedade. E já começou inclusive, a perder, de instância em instância, a guerra contra a iliteracia, até ao ponto de nem a Universidade ser um reduto seguro (SOUSA & FINO, 2001, p. 376).

Corroborando com esse pensamento, Fino (2001a) esclarece que

[...] a escola de hoje, depois de lhe terem sido cometidas funções que têm pouco a ver com o desenvolvimento das sociedades (servir de depósito onde as famílias colocam os filhos enquanto os pais trabalham, ou de local onde os jovens vegetam o máximo possível de tempo antes de engrossarem a pressão dos que batem à porta das universidades ou do primeiro emprego), se encontra irremediavelmente ferida, e já nem é capaz de preparar para o presente, quanto mais para um futuro que nenhum visionário consegue antecipar (FINO, 2001a, p. 3).

Diante do contexto apresentado fica evidente que a escola atual, criada para atender as necessidades da sociedade industrial (TOFFLER, 1973)<sup>76</sup>, precisa se adequar, curricular e institucionalmente, para garantir que os estudantes que adentrem em seus muros, trazendo consigo toda uma gama de conteúdos adquiridos em suas vivências cotidianas, possam ter acesso a um conhecimento que os integre ao mundo pós-moderno do qual fazem parte fora da escola.

As necessidades da sociedade pós-moderna fizeram com que os jovens que frequentam a escola, por interagirem ativamente com a tecnologia por meio de múltiplos sistemas de relacionamento e várias fontes de informação, estejam em sintonia com o que acontece no mundo quase que instantaneamente (PINTO *et al*, 2000). E os sistemas educacionais, fechados em seus mundos fabris, ainda não encontraram uma maneira de se harmonizarem com essa nova realidade, o que torna clara a urgência da mudança.

Ora, é evidente que quando a escola pública de massa foi criada como objetivo de pré-adaptar as pessoas ao ambiente industrial de barulhos, superlotação, confinamentos,

---

<sup>76</sup> Para maiores informações sobre a origem da escola moderna cf. Capítulo 1, Tópico 2.3.

disciplina e rígido controle de horários (TOFFLER, 1973), tudo isso era altamente inovador. No entanto com o advento da era da informação os atributos da era industrial, que antes eram a inovação passaram a ser os obstáculos à mudança.

Como afirma Toffler (1973), a escola pós-moderna precisa formar mais do que pessoas padronizadamente letradas, preparadas para trabalhos repetitivos, prontas a receber ordens e exercer a mesma função por toda a vida, mas sim pessoas pensantes e mutáveis, capazes de formular críticas e se adaptar a um mundo onde as mudanças são muito rápidas e a informação é acessível a todos. Segundo o autor, uma maneira de conseguir essa adaptabilidade seria proporcionar

[...] que a comunidade vá à escola, a fim de que os armazéns locais, os salões de beleza, as editoras, tenham um espaço reservado nas escolas, em compensação por aulas gratuitas por parte daqueles que as administram. [...] Contadores, médicos, engenheiros, homens de negócios, carpinteiros, construtores e planificadores, todos passariam a ser partes de uma “faculdade a céu aberto”, num novo movimento dialético, desta vez em direção a nova espécie de aprendizado (*Idem*, p. 339, destaque do autor).

Ouvir as vozes da comunidade na qual a escola se encontra inserida e dos próprios estudantes que a frequentam parece ser um dos caminhos para uma renovação da escola culturalmente padronizada, uma vez que

a escola não pode, por isso, silenciar as vozes que lhe parecem dissonantes no discurso culturalmente padronizado, uma vez que não opera no vazio. Não vale a pena pretender unificá-la de maneira abstrata e formal, quando ela se realiza num mundo profundamente diverso. É por isso que penso que os que os que ensinam terão de ter consciência de que os que aprendem são, tal como eles próprios, seres sociais portadores de um mundo especial de crenças, significados, valores, atitudes e comportamentos adquiridos lá fora e que importa contemplar (SOUSA, 2000, pp. 3-4).

Prensky (2001) também aponta a enorme dissonância existente atualmente entre a escola e o mundo de fora de seus muros, que se evidencia nas relações entre os alunos – nativos digitais – e os professores – imigrantes digitais<sup>77</sup> –, ou seja, esses estudantes que nasceram e cresceram com a tecnologia, acostumados ao recebimento acelerado de informações e a realizar várias atividades simultaneamente, se sentem deslocados em um sistema educacional que não se adaptou aos novos tempos.

Sendo assim,

---

<sup>77</sup> Prensky (2001) utiliza os termos “nativos digitais” para se referir aos indivíduos que nasceram e cresceram no mundo digital, e “imigrantes digitais” para aqueles que nasceram antes da era digital, mas que em algum momento de suas vidas adotaram a nova tecnologia.

*[...] the biggest problem facing education today is that our Digital Immigrant instructors, who speak an outdated language (that of the pre-digital age), are struggling to teach a population that speaks an entirely new language. [...] They often can't understand what the Immigrants are saying*<sup>78</sup> (PRENSKY, 2001, p. 2).

Então, como o sistema educacional deve lidar com essa dissonância? Para Toffler (1973), a escola pós-moderna deve focar num processo contínuo de aprendizagem, desaprendizagem e reaprendizagem, pois “o analfabeto de amanhã não será o homem que não sabe ler; será o homem que não chegou a aprender a aprender” (*Ibidem*, p. 346).

Ainda segundo esse autor um processo contínuo de aprendizagem seria a única maneira de lidar com as rápidas mudanças sociais e com a heterogeneidade características do mundo pós-moderno. Fazendo uma analogia com a teoria da evolução de Darwin, Toffler (*Op. cit.*) enfatiza que como a diversidade genética se mostra altamente favorável à sobrevivência das espécies no planeta Terra, a diversidade na educação aumentará a sobrevivência das sociedades nesse mundo dinâmico e seletivo da contemporaneidade.

Essa concepção de aprendizagem contínua com cada aprendiz sendo responsável pela construção do próprio conhecimento encontra respaldo nas ideias construcionistas de Papert (1994), para quem “[...] a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando. [Permitindo] que a finalidade da escola como um local para aprender coexista com uma cultura de responsabilidade pessoal” (*Ibidem*, p. 29).

Se por um lado a escola tradicional, homogênea e padronizada nos moldes industriais, perdeu o atrativo frente aos estudantes ao romper o elo que a ligava à sociedade, por outro lado busca desesperadamente manter seu *status* por meio do poder e da autoridade das classes mais abastardas que se privilegiaram historicamente por esse modelo padrão de perpetuação de ideias (POPPER, 1990).

Nesse cenário, considerado, no fundo, como o fim da modernidade, existe uma consciência crescente da descontinuidade, da não-linearidade, da diferença, da necessidade do diálogo, da polifonia, da incerteza, da dúvida, da insegurança, do acaso, do desvio e da desordem (FINO & SOUSA, 2003, p. 2055).

---

<sup>78</sup> [...] o maior problema que a educação enfrenta hoje é que nossos instrutores Imigrantes Digitais, que falam uma linguagem desatualizada (da era pré-digital), estão lutando para ensinar uma população que fala uma linguagem totalmente nova. [...] Eles muitas vezes não conseguem entender o que os imigrantes estão dizendo. (Tradução nossa).

Entretanto, como afirma Kuhn (1996), paradigmas antigos, mesmo ultrapassados, sempre lutarão para se manter, e, embora se faça visível e urgente a necessidade da mudança na educação, romper com paradigmas tão profundamente enraizados não é tarefa fácil. Uma ruptura paradigmática verdadeira passa por uma reestruturação organizacional, acompanhada de uma revolução no currículo e uma orientação que vise mais o futuro do que o passado (TOFFLER, 1973).

Assim, em concordância com Fino (2000) acreditamos que a aprendizagem está condicionada ao contexto em que se desenvolve, sendo mais significativas aquelas que se desenvolvem em atividades autênticas, que valorizem as estruturas cognitivas, provoquem discussões, interações e possibilitem o aprender e o reaprender, buscando inovações nas práticas pedagógicas.

Nesse sentido, frente aos significados que a educação tem adquirido em tempos atuais, dedicaremos o próximo tópico à discussão da Inovação Pedagógica enquanto ruptura paradigmática, sem esquecer que “a educação não pode deixar de ter os olhos no futuro” (SOUSA, 2004, p. 73).

### **3.2. Inovação pedagógica enquanto ruptura paradigmática: um caminho à mudança**

A inovação pedagógica pressupõe um salto, uma descontinuidade. Nesse caso, descontinuidade relativamente ao velho e onnipresente paradigma fabril.

Carlos Nogueira Fino

As últimas décadas do século XX e os anos iniciais do século XXI têm sido profundamente abalados por mudanças na sociedade, como consequência da transição da modernidade para a pós-modernidade (HARGREVES, 1998), ou, como diria Toffler

(1980), da Segunda para a Terceira Onda. Estas mudanças veem causando descontinuidade de paradigmas no sentido kuhniano do termo<sup>79</sup>.

Portanto, torna-se

[...] inegável que as estruturas de poder da sociedade e as relações entre as variáveis de como “estamos vivendo na sociedade do conhecimento” ou na “sociedade da informação”, “sociedade do risco”, “era pós-moderna” exigem mudanças constantes em todos os setores da sociedade. Nessa perspectiva, a constante ebulição do mercado de trabalho e os desafios que envolvem os aspectos sociais e toda a formação do ser humano enquanto transformador e ator da História sobrecarregam a escola com preocupações excessivamente variadas (LEDES, 2010, p. 4, destaques da autora).

Nesse cenário de aceleradas mudanças paradigmáticas que cotidianamente se fazem visíveis na sociedade contemporânea, o termo “inovação” tem sido cada vez mais utilizado para se referir ou até para justificar mudanças de padrões nos mais variados campos do conhecimento, que se aceleram na velocidade da informação.

Para um melhor entendimento dos mais diversos significados atribuídos ao termo inovação é conveniente analisar sua etimologia a partir do latim *innovatio*, que significa novidade, renovação. Atentemos ainda que neste termo o prefixo *in* assume o valor de movimento de introduzir algo, ou seja, a palavra “inovação” pode ser definida como a introdução de uma novidade, algo novo ou algo feito de uma maneira diferente do que sempre foi feito antes<sup>80</sup>.

Para Vasconcellos (2009) inovação é

[...] a capacidade de mudar um cenário, de revolucionar, por mais simples que seja a ideia inovadora, se ela for capaz de revolucionar trará um ganho imenso para aquele que executou a inovação e permitirá a este ter uma melhor posição no espaço em que ele convive. [...] Inovação é diferente de uma novidade, ela tem um grande valor por trás dela, novidades são coisas únicas e são difíceis de serem compreendidas (VASCONCELLOS, 2009).

Em conformidade, Ledes (2010) esclarece que inovação é a incorporação de algo novo em uma atividade humana e que a diversidade de significados do termo está relacionada

---

<sup>79</sup> Kuhn (1996) define paradigma como um modelo ou padrão aceito, durante um período de tempo, e compartilhado de forma universal por uma comunidade científica, formada por praticantes de uma mesma especialidade, que tiveram uma educação relativamente similar e compartilham da mesma iniciação profissional.

<sup>80</sup> Informações retiradas do Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (Versão em CD-ROM), 2015.

à abrangência com a qual se aplica no desenvolvimento humano e na melhoria da qualidade de vida.

Ora, sendo um paradigma um conjunto de valores, crenças, técnicas e práticas compartilhadas por membros de uma comunidade (KUHN, 1996), somente uma crise nesse modelo há muito estabelecido pode levar a mudanças. Nesse sentido, a inovação dar-se-ia a partir de uma crise que surge no momento em que “[...] o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza, cuja exploração fora anteriormente dirigida pelo paradigma” (*Ibidem*, p. 126), uma vez que o surgimento das crises paradigmáticas “[...] consiste exatamente no fato de que indicam que é chegada a ocasião para renovar os instrumentos” (*Ibidem*, p. 105).

O paradigma vigente na educação, surgido como produto do sistema fabril, no qual o objetivo era pré-adaptar as crianças às necessidades da indústria, acostumando-as a ambientes de confinamento e barulho, disciplina coletiva, horários rigorosamente regulados, lugares pré-determinados e a hierarquização da escola (TOFFLER, 1973) lembra tanto um processo de produção industrial que Bobbitt (1918; 1924), inclusive, chegou a defender que a cultura de eficácia científica aplicada ao processo de moldagem e manufatura de carros poderia ser transferida para a escola.

Sendo assim, a crise paradigmática na educação se instalou a partir do momento em que a escola pública, criada no auge da Revolução Industrial para satisfazer as necessidades da sociedade emergente, entra em confronto com uma nova realidade de organização social e econômica, onde a informação e o conhecimento prevalecem sobre as tradicionais industriais de manufaturas (TOFFLER, 1973), e essa escola, por consequência, não mais se enquadra na nova ordem pós-industrial complexa, incerta, flexível, acelerada e tecnológica (HARGREAVES, 1998).

Bem, uma situação de crise de um paradigma, se por um lado pode ser vista como caótica, por outro representa uma oportunidade única para repensar problemas e rever conceitos que antes não se mostravam aparentes, pois eram encobertos por falsas aparências e preconceitos. Portanto, essas situações de crise se apresentam como oportunidades propícias para ver claramente a essência das coisas (COMENSAÑA-SANTALICES & GALUÉ, 1982).



É evidente que um modelo educacional que se mantém anacronicamente moderno em um mundo pós-moderno complexo iria criar um hiato entre a escola e o mundo além dela. Segundo Hargreaves (1998), esta disparidade vem causando uma crise na escola contemporânea ao provocar um confronto entre duas forças poderosas, onde

De um lado, está um mundo cada vez mais pós-industrial e pós-moderno, caracterizado pela mudança acelerada, a compressão intensa do tempo e do espaço, a diversidade cultural, a complexidade tecnológica, a insegurança nacional e a incerteza científica. Do outro lado, está um sistema escolar moderno e monolítico que continua a perseguir propósitos profundamente anacrônicos por intermédio de estruturas opacas e inflexíveis (HARGREAVES, 1998, p. 4).

Para Toffler (1973) na educação contemporânea o “[...] objetivo primordial deverá ser o de aumentar a ‘capacidade de confrontação’ do indivíduo – a velocidade e a economia com as quais poderá ele adaptar-se à mutação contínua” (TOFFLER, 1973, p. 336, destaque do autor). Assim, um maior índice de mutações, requer maior atenção ao entendimento dos padrões dos eventos que virão, visto que na sociedade pós-moderna as escolas precisam desenvolver a capacidade de preparar os indivíduos para o seu tempo e ter uma visão ampla de futuro.

Diante dessa crise paradigmática dos sistemas educacionais a inovação também assume uma linha de atuação na educação. Entretanto, numa visão educacional, a inovação – denominada inovação pedagógica – deve ser encarada num sentido mais amplo do que uma mera evolução natural, incorporação de recursos tecnológicos na escola ou maquiagem de métodos antigos de ensino, como nos alertam, respectivamente, Cardoso (1992), Castanho (2000) e Fino (2000):

[...] inovação não é simples renovação, pois implica uma ruptura com a situação vigente, mesmo que seja temporária e parcial. Inovar faz supor trazer à realidade educativa algo efetivamente novo, ao invés de renovar que implica fazer aparecer algo sob um aspecto novo, não modificando o essencial (CARDOSO, 1992, p. 1).

Inovação é a ação de mudar. Alterar as coisas, pela introdução de algo novo. Não se deve confundi-la com invenção (criação de algo que não existia) ou com descoberta (ato de encontrar o que existia e não era conhecido). [...]. Inovar consiste em introduzir novos modos de atuar em face de práticas pedagógicas que aparecem como inadequadas ou ineficazes (CASTANHO, 2000, p. 76).

A ideia de inovação, por exemplo, só faz completamente sentido quando contraposta à ideia de tradição. O que é inovar na escola? Não será, de alguma maneira, desafiar certa rotina de fazer as coisas, procurar novos pontos de vista para compreender os fenômenos, buscar fundamentação em

teoria nova, promover um reencontro com as actualidades? Seguindo essa linha de raciocínio, inovar na escola será, de alguma maneira, colocar desafios à inércia cultural que ainda remete muito do que se faz no seu interior a uma origem longínqua. Será promover o aparecimento de uma cultura nova, nesse caso, uma cultura menos dependente de uma ideia de escola entendida como uma espécie de federação de várias turmas que adoptam, no essencial, procedimentos semelhantes, mas mais focada na turma local onde a inovação pode acontecer, de facto, com maior probabilidade (FINO, 2000, p. 385).

Nesse sentido, Fino (2008a) avança no conceito de inovação pedagógica ao defender que esta não deve ser buscada em reformas educacionais, modificações curriculares ou em mudanças de programas, mas deve envolver posicionamento crítico frente às práticas pedagógicas tradicionais, pois “[...] a inovação envolve obrigatoriamente as práticas” (FINO, 2008a, p. 2).

Frente às mudanças constantes características da contemporaneidade e considerando a educação como um processo dialógico, transformativo e formativo, o caminho para se chegar a uma verdadeira inovação nas práticas pedagógicas, que promova o desenvolvimento de habilidades, valores e competências e o desenvolvimento de aprendizagens que se façam significativas, passa pelo rompimento com um sistema educacional que há muito se encontra falido.

No entanto, embora ninguém conteste a crise paradigmática pela qual passa os sistemas educativos na atualidade qualquer mudança que venha a abalar o velho paradigma fabril de educação é vista com desconfiança e acompanhada de muita resistência por parte daqueles que detém as rédeas do sistema, uma vez que novidades não emergem sem dificuldades (KUHN, 1998).

Para Kuhn (*Op. cit.*) a ruptura de um paradigma é uma mudança profunda que provoca significativas modificações no modo de pensar um sistema, afetando intrinsecamente seus critérios de legitimação, sua visão de realidade, seus problemas e as maneiras como se propõem soluções para eles, ou seja,

A transição de um paradigma em crise para um novo, [...], está longe de ser um processo cumulativo. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações. Durante o período de transição haverá uma grande consciência (embora nunca completa) entre os problemas que podem ser resolvidos pelo antigo paradigma e os que podem ser resolvidos pelo novo. Haverá igualmente uma diferença decisiva no tocante aos modos de solucionar os problemas (KUHN, 1998, p. 116).

Nesse cenário, o papel do docente torna-se essencial, à medida que uma inovação pedagógica capaz de causar descontinuidade no paradigma vigente compreende obrigatoriamente às práticas pedagógicas (FINO, 2008a). Porém, essa mudança de atitude não é tarefa das mais simples, visto que a imagem da escola tradicional se encontra fortemente firmada na sociedade, nas mentes dos alunos, dos pais dos alunos, dos gestores escolares, dos políticos e dos próprios docentes (FINO, 2009).

Fino (2009) destaca ainda que desde sua criação no passado industrial e através do tempo a imagem da escola tradicional vem se cristalizando e se perpetuando por meio do invariante cultural resultante da profunda difusão e enraizamento social do modelo de escola através das gerações. Essa visão arraigada da escola dificulta qualquer tentativa de inovação pedagógica, fazendo com que, devido a sua força ideológica, muitas tentativas de inovação resultem “[...] numa absoluta falsificação destinada a ‘vender’ o velho paradigma utilizando novos meios” (*Ibidem*, p. 13, destaque do autor).

A solução para essa maquiagem pedagógica passa pela mudança dos papéis dos atores envolvidos na educação e um aprofundamento epistemológico, em oposição ao conceito tradicionalmente aceito de que o desenvolvimento intelectual do aprendiz segue um único caminho retilíneo: do pensamento operatório-concreto ao abstrato (PIAGET, 2013). Papert (1994), por exemplo, defende o alongamento do domínio operatório bem como a interposição de ambos os períodos, pois trabalhar com o concreto facilitaria, mesmo em níveis mais elevados de aprendizagem, a concepção dos erros e alargaria a possibilidade de aprender com e a partir deles.

Desse modo, para que realmente aconteça uma inovação pedagógica faz-se necessária uma interação entre a escola, seus docentes e as práticas pedagógicas, com a ruptura intencional, consciente, criativa e crítica de um paradigma antigo e a implantação de um novo paradigma, vindo a favorecer a criação de situações nas quais os aprendizes sejam o foco principal e que favoreçam a aprendizagem ao invés do ensino, levando em consideração que

A inovação pedagógica implica mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas e essas mudanças sempre envolvem um posicionamento crítico, explícito ou implícito, face às práticas pedagógicas tradicionais. É certo que há factores que encorajam, fundamentam ou suportam mudanças, mas a inovação, ainda que se possa apoiar nesses factores, não é neles que reside, ainda que possa ser encontrada na maneira como são utilizados. [...] a inovação pedagógica pressupõe um salto, uma descontinuidade. Nesse caso,

descontinuidade relativamente ao velho e onnipresente paradigma fabril, tal qual é descrito por Toffler (1970) e Gimeno Sacristán (1985), e acontece localmente, isto é, no espaço, físico ou virtual, onde se movem aprendizes e professores, funcionando estes, deliberadamente, como agentes de mudança. E consiste na criação de contextos de *aprendizagem*, incomuns relativamente aos que são habituais, nas escolas, como alternativa à insistência nos contextos de *ensino* (FINO, 2008a, p. 1, destaques do autor).

Em concordância com Fino (*Op. cit.*), acreditamos que diante do paradigma tradicional presente nas escolas, a inovação pedagógica deve ser vista como uma ruptura de natureza cultural, abrindo espaço para implantação de uma nova cultura educativa que destoe dos moldes vigentes, mesmo que, à primeira vista, pareça estranho para quem está acostumado a seguir regras e tradições, visto que “é esta, evidentemente, a cultura que foi embebendo, não apenas os muros da escola, mas também a mente das pessoas (professores incluídos), sob a forma de invariante cultural, ao longo de dois séculos” (FINO, 2011, p. 47).

Não se trata, no entanto, de reger as culturas da escola, mas de estimular uma reformulação das estruturas escolares, para que se afastem dos modelos e padrões modernos que, em um mundo de mudanças rápidas e flexíveis e de recursos e saberes compartilhados, inibe a inovação nas práticas pedagógicas (HARGREAVES, 1998), pelo fato de que o paradigma fabril de escola criado há mais de duzentos anos não sofreu modificações substanciais. Portanto, até hoje “[...] não houve ruptura paradigmática na escola pública, mas o que tem ocorrido é a continuidade do paradigma tradicional maquiada superficialmente” (NASCIMENTO, 2015, p. 45).

Assim, não podemos fugir da necessidade urgente de ruptura do velho paradigma fabril de educação, que, apesar de ter perdido a capacidade de preparar os alunos como já o fez no passado ainda mantém fortes laços nas escolas atuais. O caminho para essa ruptura paradigmática passa pela sensibilidade de adequação dos sistemas educativos às mudanças e tendências do mundo pós-moderno que, embora implique incertezas e aponte para o inesperado, abre caminho à inovação nas práticas pedagógicas tradicionais (FINO, 2008a).

Em se tratando de educação contemporânea, Schlechty (1990) e Hargreaves (1998) defendem, tal como Toffler (1980), a necessidade de que a escola valorize as competências pós-modernas, como a flexibilidade, a adaptabilidade e o trabalho em

cooperação com seus pares, em detrimento das qualidades modernas que ainda hoje inundam os sistemas educativos. Para Hargreaves (*Op. cit.*),

Isto aponta claramente para necessidade de ambientes escolares que possam gerar a aprendizagem autónoma, individualizada e significativamente colaborativa que é essencial a um local de trabalho pós-industrial. [Atualmente], a maior parte das estruturas escolares existentes, com seus formatos de lições individuais, dadas em salas de aulas individuais, por professores isolados, adequam-se mal a estas necessidades (HARGREAVES, 1998, p. 57).

E completa:

Em termos educativos, é insensato ignoramos as necessidades e exigências da flexibilidade na economia pós-industrial, agarrando-nos a identidades disciplinares antigas e estruturas departamentais ossificadas que se ajustavam a outras necessidades, numa outra época (*Ibidem*, p. 59).

É nessa oposição à ortodoxia em relação aos paradigmas tradicionais que a inovação pedagógica deve atuar, pois, como afirma Fino (2008a, p. 2), “[...] o caminho da inovação raramente passa pelo consenso ou pelo censo comum [...]. Aliás, se a inovação não fosse heterodoxa, não era inovação.”

Toffler (1973) além de defender a mudança do antigo paradigma fabril de educação acrescenta que “a nova educação deve ensinar o indivíduo como classificar e reclassificar as informações, como avaliar a sua veracidade, quando alterar as categorias quando necessário, como examinar os problemas de uma nova direção – como ensinar-se a si mesmo” (TOFFLER, 1973, p. 346).

Para indicar o caminho que a escola deve seguir na pós-modernidade Toffler (*Op. cit.*) faz uma analogia entre a educação e um sistema de computador, afirmando que a educação deveria utilizar a mesma estratégia do computador, que usa múltiplos programas de armazenamento de dados e um “programa fundamental” usado pelo operador para informar a máquina sobre a escolha do programa a aplicar, o que aumentaria a adaptabilidade à dinâmica do mundo contemporâneo.

A necessidade de descontinuidade do paradigma fabril de educação também é defendida por Freire (1987), que o denomina de “educação bancária”, onde os professores atuam como “depositantes de conteúdos” e os alunos como “depositários” passivos de informação.

Segundo Freire (*Op. cit.*), o “educador bancário” tenta “depositar”, “encher” o educando com conteúdos, que, na maioria das vezes, não faz parte de sua vida cotidiana, tornando-o, portanto, como mero depósito de conteúdos sem fins práticos. Este processo conduz os aprendizes a uma memorização mecânica, ou seja, “vasilhas” a serem cheias pelo educador. Nesse modelo, a educação é vista como uma doação dos que “sabem” aos que “não sabem”.

Para tentar reverter este quadro seria necessário um trabalho de educação problematizadora, que busque a superação da contradição educador-educando para que ambos se tornem sujeitos ativos do processo educativo, em contrapartida à “educação bancária”, que apenas reproduz os conteúdos sem formar senso crítico (FREIRE, 1987). Essa ruptura só seria possível por meio de uma revolucionária mudança cultural, o que encontra eco nas palavras de Kuhn (1998, p. 32): “[...] a transição sucessiva de um paradigma a outro, por meio de uma revolução, é o padrão usual de desenvolvimento da ciência amadurecida”.

Assim como Toffler (1973) e Freire (1987), Papert (1980) destaca a necessidade de uma ruptura paradigmática no modelo tradicional de educação e nomeia essa ruptura paradigmática de “megamudança”. Justifica sua necessidade em prol de uma adequação das instituições escolares modernas à contemporaneidade, onde a capacidade de renovação frente a um mundo tecnológico e acelerado se torna uma das competências mais exigidas dos alunos fora da escola.

Segundo Fino (2000; 2008a), para que inovação pedagógica, enquanto ruptura paradigmática deixe de ser uma exceção e passe a ser algo natural, substanciada na cultura das escolas, faz-se necessário, em primeiro lugar, que os professores desçam do pedestal no qual foram colocados pelos inventores da escola moderna e entrem na realidade que é a da organização dos contextos de aprendizagem dos seus aprendizes.

A dificuldade é que, no geral, as escolas ainda valorizam mais os contextos de ensino do que os contextos de aprendizagem, e essa supremacia do ensinar sobre o aprender constitui uma significativa barreira à inovação pedagógica. Na visão de Fino (2000), da qual compartilhamos,

[...] para mudar a escola não basta ou é inútil mudar o *ensino*, entendido como o conjunto de pressupostos de uma ótima transmissão do

conhecimento, ou mudar os instrumentos de controlar a eficácia dessa transmissão. O que é preciso é que os professores desçam do nicho onde foram colocados pelos geniais inventores, como dizia Toffler, da escola modelada na fábrica, para descerem à realidade que é a da organização dos contextos de *aprendizagem* das crianças ou dos jovens que lhes são confiados. Na verdade, mais importante para um professor do que *ensinar* bem, é que os aprendizes com que lhe compete trabalhar *aprendam* bem (FINO, 2000, p. 413, destaques do autor).

No entanto, as vertentes inovadoras trazidas pela pós-modernidade que poderiam fomentar os contextos de aprendizagem referidos por Fino (*Op. cit.*) e indispensáveis à inovação pedagógica enquanto rupturas paradigmáticas não são bem acolhidas pela escola, que por temor em perder o controle sobre o que se aprende e da maneira como se aprende prefere permanecer atrelada a uma cultura que perdeu o vínculo com a realidade. Desse modo, considerando que a aprendizagem deve ser o foco principal do processo educativo, dedicaremos os próximos tópicos à discussão sobre essa temática.

### **3.3. Falando de Aprendizagem**

#### **3.3.1. Teorias clássicas da aprendizagem**

Os sentimentos ocorrem no momento exatamente apropriado para servirem como causas do comportamento e eles têm sido citados como tais por séculos. Nós assumimos que outras pessoas sentem como nós sentimos quando elas se comportam como nós nos comportamos.

Burrhus Frederic Skinner

O conceito de aprendizagem tem sua origem em estudos empíricos da psicologia comportamental, partido do pressuposto de que todo conhecimento se origina das experiências (GIUSTA, 1985). Nesses termos, para a psicologia, a aprendizagem é definida como uma mudança no comportamento, que, para alguns estudiosos é moldada por fatores externos – comportamentalistas/behavioristas – enquanto para outros é fruto

da construção pessoal – cognitivistas, construtivistas, sócio-construtivistas e construcionistas.

Os comportamentalistas defendiam que a aprendizagem acontece através do condicionamento provocado por forças externas ao indivíduo. Com a consolidação da psicologia comportamental como ciência, nas primeiras décadas do século XX, esta passa a ter aplicabilidade na educação, devido, principalmente, aos trabalhos desenvolvidos por John Broadus Watson (1878-1958) e Burrhus Frederic Skinner (1904-1990)<sup>81</sup>.

Watson é considerado o fundador do behaviorismo. Suas pesquisas sofreram forte influência dos trabalhos de Pavlov, defendendo o condicionamento clássico para explicar o processo de aprendizagem. Com ele, a psicologia passou a focar mais no comportamento do que na consciência (CORREIA, 2011).

De acordo com Ostermann e Cavalcanti (2011), Watson defendia que cada indivíduo nasce com conexões de estímulo-resposta, que nomeou de reflexos, criando a “teoria do reflexo condicionado”, segundo a qual “[...] o estímulo condicionado, depois de ser emparelhado um número suficiente de vezes com o estímulo incondicionado, passa a eliciar a mesma resposta e pode substituí-lo” (OSTERMANN & CAVALCANTI, 2011, p. 18).

Skinner, por sua vez, apesar de determinar que a aprendizagem é uma forma de condicionamento, defende que este condicionamento é um processo mais complexo do que o expunha Watson, ou seja, é mais operante do que condicionado, no que ficou conhecido como “teoria do condicionamento operante”.

A concepção skinneriana de aprendizagem está relacionada a uma questão de modificação do desempenho: o bom ensino depende de organizar eficientemente as condições estimuladoras, de modo a que o aluno saia da situação de aprendizagem diferente de como entrou. O ensino é um processo de condicionamento através do uso de reforçamento das respostas que se quer obter. [...] Os componentes da aprendizagem – motivação, retenção, transferência – decorrem da aplicação do comportamento operante (*Ibidem*, p. 21).

---

<sup>81</sup> Faz-se importante destacar a contribuição do russo Ivan Pavlov (1849-1936) que, em estudos com animais em laboratório sobre estímulos condicionados, estabeleceu que o processo de aprendizagem ocorreria pela associação entre um estímulo e uma resposta, concebendo as bases da Psicologia da Aprendizagem.



Para professores adeptos do behaviorismo skinneriano a instrução programada, que consistia em dividir os conteúdos em pequenos módulos apresentados ao aluno de modo sequencial, é a principal estratégia de ensino. A relação professor-aluno é vertical, cabendo ao primeiro controlar o processo de aprendizagem do segundo (SOUSA, 2000b; SOUSA & FINO, 2001).

As ideias de Skinner alcançaram certa popularidade em finais da década de 1950 e início da década de 1960. No entanto, limitações referentes ao papel de comportamentos radicais, emoções e motivações na aprendizagem levaram pesquisadores a se preocuparem com os processos de compreensão, armazenamento e transformação do conhecimento.

Nesse cenário, propostas voltadas às construções cognitivas e de desenvolvimento começaram a ganhar espaço entre os estudiosos: a aprendizagem significativa de Ausubel, a teoria histórico-cultural da atividade de Vygotsky, o construtivismo de Piaget e o construcionismo de Papert, para as quais, pela relevância educacional, teceremos alguns comentários nos tópicos subsequentes.

### 3.3.2. Aprendizagem significativa

O conhecimento é significativo por definição. É o produto significativo de um processo psicológico cognitivo – saber – que envolve a interação entre ideias culturalmente significativas, ideias anteriores relevantes da estrutura cognitiva particular do aprendiz e o mecanismo mental do mesmo para aprender de forma significativa ou para adquirir e reter conhecimentos.

David Paul Ausubel

A teoria da aprendizagem significativa foi instituída pelo psicólogo educacional norte-americano David Paul Ausubel (1918-2008) e foi mencionada pela primeira vez na obra *The psychology of meaningful verbal learning*, em 1963 e confirmada no livro *Educational psychology: a cognitive view*, em 1968. Nestas obras, o autor caracteriza o que chamou de aprendizagem significativa, diferenciando-a da aprendizagem mecânica.

Segundo Ausubel (2003)<sup>82</sup>, o conhecimento trazido com o aluno é o principal contribuinte para que aconteça uma aprendizagem significativa, isto é, aquele conhecimento que já se encontra incorporado na sua estrutura cognitiva no momento em que acontece uma nova aprendizagem contribui para a significância desta.

Seguindo essa premissa, Lemke (2006), abre uma discussão sobre novas formas de aprender e aponta alguns princípios para nortear a natureza da aprendizagem:

- Os aprendizes precisam desenvolver habilidades de acumular e internalizar o que é aprendido para que possam utilizar esse conhecimento em longo prazo;
- O processo de aprendizagem acontece em contextos diferentes, não sendo restrito à sala de aula e nem mesmo à escola, num contínuo movimento de transferência de uma atividade para outra e de um lugar para outro;
- A aprendizagem acontece por vários meios – observações, representações, participação em atividades – isto é, aprende-se significados por meio da integração de todas estas modalidades;
- Deve-se levar em consideração o que se aprende e como isso afetará suas ações futuras;
- Em grupos, a aprendizagem ocorre de forma mais natural, pois o contato com o outro facilita esse processo.

Nesse viés, para que ocorra uma aprendizagem significativa o aluno precisa relacionar os novos conceitos aos que já conhece, num processo de inter-relação entre o novo saber, os conceitos especificamente relevantes que lhe devem ser apresentados de forma consistente e o conhecimento que o aluno já possui. Esses conhecimentos específicos e relevantes à nova aprendizagem – que podem ser símbolos, conceitos pré-existentes, imagens, modelos mentais, construções pessoais, concepções, ideias, representações sociais ou proposições – Ausubel (2003) nomeia de subsunçor ou ideia-âncora.

*En términos simples, subsunzor es el nombre que se da a un conocimiento específico, existente en la estructura de conocimientos del individuo, que permite darle significado a un nuevo conocimiento que le es presentado o que es descubierto por él. Tanto por recepción como por descubrimiento, la atribución de significados a nuevos conocimientos depende de la existencia*

---

<sup>82</sup> Para aprofundamento sobre a Teoria de Aprendizagem Significativa utilizamos a obra mais recente de David Ausubel, “Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva” (2003) em português, traduzida da versão original em inglês “*The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*” (2000), que, basicamente confirma a atualidade da teoria original proposta por Ausubel em 1963.

*de conocimientos previos específicamente relevantes y de la interacción con ellos*<sup>83</sup> (MOREIRA, 2012, p. 30).

Diante do exposto, torna-se claro que a ocorrência da aprendizagem significativa envolve a participação de três conceitos básicos – o significado, a interação e o conhecimento. Conceitos esses que se inter-relacionam como diagramado no mapa conceitual abaixo.



**FIGURA 1:** Mapa conceitual para aprendizagem significativa (adaptado de Moreira, 2002)

Considerando as três variáveis isoladamente, Ausubel (2003) defende que o conhecimento prévio é a mais importante para que haja aprendizagem significativa de conhecimentos novos, pois os subsunçores já estão presentes na estrutura cognitiva dos aprendizes, sendo enriquecido de significados à medida que atua como facilitador de novas aprendizagens, ou seja,

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideia e informações que apresentam uma estrutura lógica, interagem com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA & MASINI, 1981, p.4).

<sup>83</sup> Em termos simples, subsunçor é o nome dado ao conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permite dar sentido a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou descoberto por ele. Tanto por recepção quanto por descoberta, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (Tradução nossa).

Outro conceito apontado por Ausubel (1963; 1968; 2003) e evidenciado por Moreira (2002; 2012) refere-se ao princípio de que os significados estão nas pessoas e não nas coisas nem nos eventos, uma vez que são para as pessoas que os símbolos significam algo. De acordo com esses autores, o conhecimento, que se dá pela interação entre conceitos novos e àqueles relevantemente significativos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, encontra-se carregado de significados, que, por sua vez, são compartilhados.

Macedo (2010) refere-se aos significados como parte de um sistema normativo de símbolos e valores de um grupo de atores sociais compartilhados reciprocamente com as ações de outras pessoas. Essas “[...] ações orientam-se reciprocamente porque os atores interpretam e fornecem um significado tanto ao seu próprio comportamento quanto ao dos outros, e não de forma mecanicista, por meio de estímulos e respostas” (MACEDO, 2010, p. 52). Assim, quando falamos em significado devemos ter em mente a complexa e variada subjetividade humana, que se reflete nas instituições sociais das quais os atores fazem parte, como na escola por exemplo.

Nesse cenário, a aprendizagem significativa representa o produto da interação entre os conhecimentos (novo e prévio) e o compartilhamento dos significados compartilhados pelos atores sociais, na presença de duas condições, as quais Correia (2011) e Moreira (2012) nos apresentam:

Em primeiro lugar, o aluno precisa de ter uma disposição para aprender, isto é, se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo, o conteúdo escolar a ser aprendido tem de ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem de ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende da natureza do conteúdo e o significado psicológico da existência que cada indivíduo tem. Cada indivíduo faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio (CORREIA, 2011, p. 69).

*La primera condición implica: 1) que el material de aprendizaje (libros, clases, software educativos...) tenga significado lógico (es decir, que sea relacionable de manera no arbitraria y no literal con una estructura cognitiva apropiada y relevante) y 2) que el aprendiz tenga en su estructura cognitiva ideas-âncora relevantes con las cuales se pueda relacionar ese material. Es decir, el material debe ser relacionable con la estructura cognitiva y el aprendiz debe tener el conocimiento previo necesario para hacer esa relación de forma no arbitraria y no-literal<sup>84</sup> (MOREIRA, 2012, p. 36).*

---

<sup>84</sup> A primeira condição implica: 1) que o material de aprendizagem (livros, aulas, *softwares* educacionais...) tenha um significado lógico (isto é, que pode ser relacionado de forma não arbitrária e não literal com uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e 2) que o aprendiz tenha ideias-âncoras

Ao considerarmos a dualidade de condições acima apresentada e levarmos em conta que a aquisição de novos conhecimentos requer uma integração entre os novos materiais relativamente significantes de aprendizagem com os esquemas mentais de conhecimento já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, torna-se mais fácil entender como se aprende de forma significativa.

Apesar da teoria de Ausubel ter se tornado um pouco desatualizada atualmente, seu conceito de esquema ainda a mantém ativa enquanto teoria da aprendizagem. Em relação ao conceito de esquema, Correia (2011) o define “como uma estrutura mental hipotética usada para representar conceitos genéricos armazenados na memória” (CORREIA, 2011, p. 70), e que são comumente “[...] usados para guiar a codificação, a organização e recuperação de informação” (*Idem*).

Esses conceitos mentais, embora reflitam as experiências pessoais do aprendiz, constantemente são compartilhados com outros indivíduos, causando uma ancoragem interativa com algum conhecimento prévio especificamente relevante e cognitivamente já presente. Ausubel (1968) nomeia essa maneira de aprender de “aprendizagem significativa subordinada” e afirma que é a maneira mais comum de se aprender significativamente.

No entanto, a aquisição de uma aprendizagem significativa por parte do aprendiz é dificultada por barreiras paradigmáticas fortemente enraizadas nos sistemas educacionais, barreiras estas que também dificultam, ou até mesmo impedem, as inovações nas práticas pedagógicas. Assim, acreditamos ser relevante uma reflexão sobre a aprendizagem significativa num contexto de inovação pedagógica.

---

relevantes em sua estrutura cognitiva com as quais pode relacionar este material. Ou seja, o material deve estar relacionado à estrutura cognitiva e o aluno deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer essa relação de forma não arbitrária e não literal. (Tradução nossa).

### 3.3.2.1. Aprendizagem significativa num contexto de inovação pedagógica

Aprender não é, nem nunca foi, uma consequência direta de se ser ensinado.

Carlos Nogueira Fino

Nos últimos anos muito tem se falado sobre as mudanças sociais e econômicas que estão em curso nesse período de pós-modernidade e tanto ou mais se pergunta por que essas mudanças não acontecem no mesmo ritmo nos sistemas educacionais, permanecendo a escola atrelada a um paradigma moderno totalmente destoado do meio no qual se encontra inserida.

No entanto, quando indagamos que a escola encontra-se atada ao passado não significa dizer que ela não evoluiu. Na verdade, nas últimas décadas, as escolas até que veem evoluindo, “o problema é que, um dia qualquer, no passado, as escolas não tiveram agilidade para igualarem a velocidade da mudança da sociedade e começaram a ficar para trás” (FINO, 2011, p. 47), sem conseguir romper com o paradigma que lhes dita as normas desde o período industrial.

Para Kuhn (1998, p. 218), paradigma “[...] indica toda a constelação de crenças, valores, técnicas [...]”, ou seja, paradigma é um sistema dominante partilhado pelos membros de uma comunidade científica, onde aqueles que agem de forma contrária a esses preceitos são despercebidos ou considerados sem importância. Assim, a dominância de um paradigma explica as ocorrências de uma relativa unanimidade de julgamento por parte dos profissionais que compartilham desse paradigma.

Nesse sentido, frente ao paradigma dominante e no que compete à inovação pedagógica, faz-se necessário, em primeiro lugar, uma tomada de consciência dos constrangimentos existentes contra ela (FINO, 2009), o que “[...] implica num constante ato de desvelamento da realidade, e busca da emergência das consciências, de que resulte sua interação crítica na realidade” (FREIRE, 1987, p. 40).

Na concepção de Toffler (1973), essa mudança primeiramente deve acontecer em nossas mentes, expandindo nossas ideias ao novo, ao surpreendente, para em seguida tentar desativar a imagem de escola criada no passado industrial, fixada ao longo do tempo e perpetuada por meio do “invariante cultural” (FINO, 2009). Invariante este cuja presença pode ser notada

[...] numa representação comum de escola, profundamente enraizado dentro e fora dela, socialmente partilhado de modo a incluir a generalidade dos estratos da sociedade, a as várias gerações presentes, e com força suficiente para contrariar propósitos, deliberados ou não, de mudança. [...] existindo mesmo na mente dos que não foram submetidos a nenhum processo de escolaridade formal, e que sugere formas sub-reptícias de organização do espaço lectivo e dos papéis que devem ser desempenhados pelos professores e pelos alunos [...] (FINO, 2009, p. 1).

Bem, levando em consideração a forte influência que o paradigma fabril ainda encontra nos sistemas educacionais é compreensível a resistência encontrada no desenvolvimento de práticas educativas numa perspectiva de inovação pedagógica, nas quais prevaleçam os contextos de aprendizagem significativa em contrapartida aos contextos de ensino (FINO, 2008a; 2011).

Referindo-se a esse modelo de escola, Sousa (2000b) destaca a separação existente no papel do professor – transmissor de conhecimento – e do aluno – receptor, memorizador e repetidor do que lhe foi transmitido – ou seja, um sistema que se baseia numa aprendizagem mecânica, onde o mais importante não é o saber-fazer, mas dominar e repetir um tipo de conhecimento específico.

Freire (1987) também questiona esse modelo educacional, ao qual se refere como “educação bancária” e na qual os educandos são meros depositários de informações e o professor atua como depositante de conteúdos, transformando o saber em uma espécie de doação daqueles que se julgam sábios para outros a quem julgam sem saber, perpetuando a ideologia da opressão.

Corroborando com esse pensamento, Bourdieu e Passeron (2008) apontam para uma violência simbólica que toda ação pedagógica objetiva quando imposta por aqueles que detêm o poder, numa tentativa de reproduzir a cultura dominante e, com isso, assegurar o monopólio de seus privilégios por meio desta violência simbólica.

Diante deste quadro, a inovação pedagógica, no sentido de mudança, transformação, descontinuidade, salto qualitativo nas práticas pedagógicas (FINO, 2008a), desponta como alternativa viável, uma “utopia realizável” (LEDES, 2010) à ruptura do paradigma vigente (KUHN, 1998) com possibilidade de

[...] romper com o paradigma tradicional de ensinar e de aprender com o objetivo de estimular professores e alunos (como protagonistas) gerenciarem o processo educacional. Nesse sentido, a prática pedagógica torna-se dialética e reflexiva, pois os alunos também são co-participantes. E, independente do currículo o conhecimento é construído coletivamente preconizando uma reorganização da teoria e da prática pedagógica. [...] Em outras palavras, uma mudança ontológica no processo educacional (LEDES, 2010, p. 49).

Assim, por meio de uma abordagem educacional focada em práticas pedagógicas que valoriza aquele que aprende e não aquele que ensina, a inovação pedagógica pode impulsionar e favorecer a aprendizagem significativa dos estudantes em meio às mudanças paradigmáticas do sistema que não podem mais serem adiadas.

Todavia, deve-se ter cuidado para que esses preceitos não fiquem apenas no campo teórico, destinados apenas aos cientistas da educação ou que, rendendo-se ao *lobby* do velho paradigma, se camuflam de novidade para perpetuar o antigo sistema. Nesse sentido, devemos avançar no debate sobre o papel da escola e do professor no desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. Para tanto, faz-se importante, nesse momento de transição, a reflexão sobre alguns tópicos propostos por Fino (2011) e que pela significância abaixo reproduzimos:

- Não existe transmissão de conhecimento: com sorte, talvez o professor possa fornecer informação (ou indicar onde ela se encontra), que possa ser utilizada pelos alunos no seu processo autônomo de construção.
- Se são os aprendizes quem constrói o conhecimento, talvez o essencial da atividade da escola devesse focar-se no processo de construção.
- Se acreditamos que a aprendizagem é um fenômeno secundário da prática social, sendo este o fenômeno primário, [...] deveríamos dar aos alunos reais oportunidades de construção, proporcionando-lhes um ambiente social em que possam interagir colaborativamente com outras pessoas, para além do professor (colegas, outros adultos, etc.).
- Os professores devem considera-se como alguém acompanha e apoia (*guides on the side*), em vez de, como até aqui, sábios que professam discurso do seu púlpito (*sages on stage*).
- O currículo de aprendizagem é necessariamente uno: se o dividirmos em fatias, por razões didáticas, também deveríamos dar aos alunos a possibilidade de o reunir e o resintetizar.
- As escolas não proporcionam contextos de aprendizagem autênticos, uma vez que os contextos dos praticantes autênticos residem fora da escola, mas os aprendizes merecem oportunidades de aprendizagem situada.
- O currículo de ensino, independentemente das intenções piedosas que exiba, é muito mais um constrangimento do que um caminho seguro para a construção do conhecimento (já para não falar em inovação).



- Os alunos deveriam ser treinados para sobreviverem num mundo de acelerada transformação como aprendizes autónomos ao longo da vida, dando substância ao mundo mais falado do que praticada *life long learning*.
- O pensamento crítico é crucial para ter sucesso (FINO, 2011, pp. 49-50).

Concordamos com o autor supracitado quando este afirma que os aprendizes precisam ter autonomia no processo de produção do próprio conhecimento e que os professores devem guia-los e apoia-los nesse processo. Nestes termos, a inovação pedagógica terá que passar por mudanças nas atitudes dos professores, especialmente no que se refere às suas práticas pedagógicas (FINO, 2008a; 2009).

Nessa mesma concepção, Freire (1996) e Perrenoud (2000) destacam que práticas pedagógicas inovadoras precisam possibilitar a construção de novas relações entre professores e aprendizes e destes com a aprendizagem significativa, nos termos descritos por Ausubel (1963; 1968; 2003), numa nova perspectiva de aquisição, organização e retenção de conhecimento, que envolva respeito à cultura dos aprendizes à medida que os estimule a serem reflexivos, criativos, críticos e autónomos.

Portanto, partindo de uma abordagem teórica centrada nas práticas pedagógicas, entendemos que a inovação pedagógica que favoreça e alavanque a aprendizagem significativa dos aprendizes precisa está inserida em ações conjuntas que envolvam a instituição educacional, os professores e os aprendizes, para que seja capaz de provocar mudanças paradigmáticas no sistema vigente, algo tão necessário nos dias atuais.

Por fim, convictos de que uma pedagogia inovadora passa necessariamente pelas práticas pedagógicas e valorização do “aprender” em relação ao “ensinar” (FINO, 2008a) e cientes de que o processo de inovação deve levar em consideração outros fatores relevantes à aprendizagem, como os apontados por Vygotsky (2007)<sup>85</sup> e que abordaremos no próximo tópico.

---

<sup>85</sup> Neste estudo utilizamos a tradução em português da obra *Mind in society: the development of higher psychological processes* (1978).

### 3.3.3. Vygotsky e a teoria histórico-cultural da atividade

O estado de desenvolvimento mental de uma criança só pode ser determinado se forem revelados os seus dois níveis: o nível de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento proximal.

Lev Semenovich Vygotsky

A corrente de pensamento a qual nos referimos como teoria histórico-cultural da atividade tem sua origem nos trabalhos de psicólogos soviéticos liderados por Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934) nas primeiras décadas do século XX. Essa teoria caracteriza-se por descrever os processos de construção do conhecimento como resultado de experiências subjetivas e pessoais de atividades, que, segundo Vygotsky (2007), antecedem o conhecimento com mediação dos signos culturais (utensílios, linguagem, meios de comunicação, tecnologias, etc.), uma vez que os indivíduos partilham de um mundo que foi cultural e historicamente construído por aqueles que os precederam.

O comportamento do homem moderno, cultural, não é só produto da evolução biológica, ou resultado do desenvolvimento infantil, mas também produto do desenvolvimento histórico. No processo do desenvolvimento histórico da humanidade, ocorrem mudança e desenvolvimento não só nas relações externas entre pessoas e no relacionamento do homem com a natureza; o próprio homem, sua natureza mesma, mudou e se desenvolveu (VYGOTSKY & LURIA, 1996, p. 95).

Vygotsky (2007) acrescenta ainda que as atividades humanas tendem a mudar à medida que os signos culturais e os instrumentos mudam, influenciados por mudanças nos processos sociais, adaptações genéticas ou meios de mediação.

Diante disso, Wertsch (1993) aponta três temas principais a partir dos quais a obra de Vygotsky se fundamenta, que são:

*a) the use of a genetic or developmental method; b) the claim that higher mental functioning in the individual emerges out of social processes; c) the claim that human social and psychological processes are fundamentally shaped by cultural tools, or mediational means*<sup>86</sup> (WERTSCH, 1993, p. ix).

---

<sup>86</sup> a) o uso de um método genético ou de desenvolvimento; b) a afirmação de que o maior funcionamento mental do indivíduo emerge dos processos sociais; c) a afirmação de que os processos sociais e psicológicos humanos são fundamentalmente moldados por ferramentas culturais ou meios de mediação. (Tradução nossa).

A respeito do primeiro tema, Vygotsky defende que a compreensão da mente passa necessariamente pelo entendimento das origens genéticas e suas transformações. Para justificar sua teoria ele amplia os domínios da genética, incorporando subáreas como ontogênese, história social, microgênese e filogênese a seus estudos (WERTSCH, 2002).

No que tange ao segundo tema, Vygotsky (2007) afirma que as funções psicológicas superiores – memória voluntária, memória lógica, capacidade de planejamento, formação de conceitos, imaginação e desenvolvimento da capacidade de decidir – se originam na atividade social.

Referindo-nos ao terceiro tema, vários autores como Wertsch (1996; 2002), Cole e Wertsch (1996) e Fino (2000; 2001b) consideram a mediação como o tema principal no trabalho de Vygotsky, uma vez que este expandiu o conceito de mediação, ao relacionar a interação com o ambiente utilizando instrumentos e signos à formação dos processos sociais e psicológicos, e considerando que “[...] a utilização de artefatos deve ser reconhecida como transformadora do funcionamento da mente, e não apenas como um meio de facilitar processos mentais já existentes” (FINO, 2001b, p. 3).

Nesses termos, o desenvolvimento das funções psicológicas superiores reflete o local histórico e cultural no qual o indivíduo interage socialmente. Assim, a aquisição do conhecimento acontece através da internalização de uma operação externa, por meio de uma série de transformações, que, em síntese, acontece da seguinte maneira:

- a) Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente. [...].
- b) Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro *entre* pessoas (*interpsicológica*), e, depois, *no interior* da criança (*intrapsicológica*). Isso se aplica igualmente para a atenção voluntária, para a memória lógica e para formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos.
- c) A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento (VYGOTSKY, 2007, pp. 57-58, destaques do autor).

Assim, a apropriação do conhecimento acontece no momento em que o indivíduo internaliza o conceito e seja capaz de utilizá-lo de forma independente. Nesse processo, os elementos mediadores – signos e instrumentos – atuam como fonte de ligação das atividades humanas com o mundo real, à medida que regulam seu comportamento e

suas interações com outros indivíduos, bem como com o mundo que o rodeia. Essa atividade mediada por instrumentos leva o indivíduo a alcançar a consciência (*Ibidem*).

Ao explicar o processo de mediação, Vygotsky (*Op. cit.*), faz uma correspondência entre signos e instrumentos. Segundo ele, embora o instrumento atue externamente, servindo como um condutor da influência humana na busca pelo domínio da natureza e o signo atue internamente, dirigido para o controle do próprio indivíduo, sem modificar o objeto da ação psicológica, ambos as atividades são tão divergentes quanto símiles, uma vez que “o signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho. Mas essa analogia, como qualquer outra, não implica uma identidade desses conceitos similares” (VYGOTSKY, 2007, p. 52).

Referindo-se à formação de conceitos, Vygotsky (2008) propõe que estes podem ser de dois tipos: conceitos científicos, verbais e abstratos, que são transmitidos através do aprendizado escolar e vão se tornando mais significativos à medida que são transferidos para os conceitos cotidianos e conceitos espontâneos, mais concretos, que ganham significado ao interagirem com o conhecimento formal. Essa “[...] inter-relação entre os conceitos científicos e os conceitos espontâneos é um caso especial de um tema mais amplo: a relação entre o aprendizado escolar e o desenvolvimento mental da criança” (VYGOTSKY, 2008, p. 117).

Essencialmente no que diz respeito à educação e ao processo de aprendizagem a ideia central da teoria histórico-cultural da atividade refere-se à construção do conhecimento mediado pelas relações sócio-históricas atuantes no desenvolvimento humano. No entanto, o processo de desenvolvimento e o processo de aprendizagem são independentes entre si. “O desenvolvimento tem que completar certos ciclos antes que o aprendizado possa começar” (*Ibidem*, p. 118), o que cria uma área de dissonância cognitiva que representa o potencial do aprendiz e que Vygotsky chamou de Zona de Desenvolvimento proximal (ZDP).

Os estudos que levaram ao postulado da ZDP nasceram da discordância de Vygotsky com as três teorias existentes em sua época que tentavam explicar a relação entre os

processos de aprendizagem e de desenvolvimento<sup>87</sup>. Vygotsky (2007) define a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) como sendo

[...] a distância existente entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da resolução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 2007, p. 97).

O desenvolvimento real diz respeito às funções que já amadureceram no cognitivo da criança, ou seja, aquelas que podem ser resolvidas independentemente. Nessas circunstâncias, o desenvolvimento potencial, definido pela Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), seria as

[...] funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentes em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas “brotos” ou “flores” do desenvolvimento, em vez de “frutos” do desenvolvimento. O nível de desenvolvimento real caracteriza o nível de desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente (*Ibidem*, p. 98, destaques do autor).

Assim, segundo Vygotsky (2007), o processo de desenvolvimento é resultado da aprendizagem construída com a utilização de signos e instrumentos por meio da interação social com indivíduos mais experientes. Nessa perspectiva, “[...] a interação social mais efectiva é aquela na qual ocorre a resolução de um problema em conjunto, sob a orientação do participante mais apto a utilizar as ferramentas intelectuais adequadas” (FINO, 2001b, p. 5).

Levando em consideração de que o desenvolvido do conceito de ZDP surgiu interligado a uma teoria que tem como pressuposto que as funções psicológicas superiores humanas têm origem sócio-cultural, as atividades que se referem à zona são as origens sociais já referidas, ou seja, quando ocorre uma mudança cognitiva no indivíduo esta tende a surgir novamente como uma função psicológica independente e que pode ser atribuída ao aprendiz. Em outras palavras, a interação cultural é internalizada por meio da mediação entre os indivíduos na ZDP e se torna uma nova função no aprendiz,

---

<sup>87</sup> Na época de Vygotsky existiam três teorias que tentavam explicar a relação entre aprendizagem e desenvolvimento, a saber: a) a aprendizagem e o desenvolvimento são independentes entre si; b) a aprendizagem e o desenvolvimento são processos idênticos; e c) um meio termo entre as duas teorias anteriores, defendendo que a aprendizagem é um aspecto do desenvolvimento, alcançada pela maturação (VYGOTSKY, 2008).

caminhando, como afirma Vygotsky (2007), no sentido do interpsicológico para o intrapsicológico.

Relacionando desenvolvimento e aprendizagem com a proposta da ZDP, Fino (*Op. cit.*) nos fornece três implicações pedagógicas.

A primeira implicação faz alusão à existência de uma “janela de aprendizagem” (BOETTCHER, 1997), presente em todos os momentos do desenvolvimento cognitivo do indivíduo. Como a janela de aprendizagem é individualizada, em um grupo de indivíduos existirão várias janelas de aprendizagens (FINO, 2001b). Diante disso, cabe ao professor organizar situações educativas que possibilitem aos aprendizes dispor de meios individualizados de se apropriarem, reestruturarem e aplicarem o conhecimento, uma vez que, numa perspectiva vygotskyana, “[...] exercer a função de professor (considerando uma ZDP) implica assistir o aluno proporcionando-lhe apoio e recursos, de modo que ele seja capaz de aplicar um nível de conhecimento mais elevado do que lhe seria possível sem ajuda” (*Ibidem*, p. 7).

A segunda implicação se refere ao professor ou tutor como agente metacognitivo, conduzindo o processo de identificação e análise do conhecimento interiorizado, para que o estudante possa atingir níveis de aprendizagem mais elevados. Nesse sentido, “[...] o professor actua inicialmente como agente metacognitivo ao monitorar e dirigir, subtilmente, a actividade do aluno em direcção à conclusão da tarefa ou da resolução do problema, trabalhando, afectivamente, como regulador do processo e análise do conhecimento” (FINO, 2001b, p.8), para, quando o aprendiz tomar consciência do conhecimento que foi interiorizado o professor ou tutor lhe transferir o controle metacognitivo.

A terceira implicação trata da aprendizagem mediada por pares mais capazes, partindo do princípio de que esse tipo de interajuda constitui um meio natural de aprendizagem, especialmente na esfera escolar (FINO, 2008). Nesse modelo de arranjo pedagógico – aprendizagem assistida por pares ou *peer tutoring* (GARTNER & RIESSMAN, 1993) – a responsabilidade pelo controle do processo de aprendizagem é transferida do professor para o par-tutor, levando em consideração que “[...] com o auxílio de uma outra pessoa, toda criança pode fazer mais do que faria sozinha [...]” (VYGOTSKY, 2008, p. 129).

Ao destacar a relevância de aspectos como interação, uso de signos e instrumentos e cooperação entre pares no processo de aprendizagem, bem como esclarecer a importância de que a ação do professor ou tutor ocorra na Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno, a teoria de Vygotsky deixa clara sua aplicabilidade na educação.

Em paralelo aos estudos iniciados por Vygotsky e que dariam origem à teoria histórico-cultural da atividade, outras teorias com foco no estudo da aprendizagem também se desenvolviam, como os estudos do suíço Jean Piaget (1896-1980) que resulta no construtivismo, mais tarde expandido e reconstruído por Seymour Papert (1928-2016) dando origem ao construcionismo.

### 3.3.4. Do construtivismo ao construcionismo

A habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa já se tornou a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado. Isso será crescentemente verdadeiro no futuro: a habilidade competitiva será a habilidade de aprender.

Seymour Papert

O termo “construtivismo” refere-se a uma linha de pesquisa desenvolvida por vários psicólogos na busca por elucidar os complexos processos mentais relacionados ao desenvolvimento e suas relações com o conhecimento e a aprendizagem. Dentre inúmeros, focaremos no trabalho desenvolvido pelo suíço Jean Piaget, haja vista a sua importância para a psicologia do desenvolvimento cognitivo e seus reflexos na educação (CORREIA, 2011).

Piaget (1990), valendo-se de observações sistemáticas, sustenta que o desenvolvimento das capacidades intelectuais acontece por fases<sup>88</sup>, sendo o indivíduo sujeito do próprio conhecimento e que para todas as fases é aplicado um conjunto comum de conceitos –

---

<sup>88</sup> Para Piaget as fases de desenvolvimento são as seguintes: *fase sensório-motor*, vai do nascimento até, aproximadamente, os dois anos de idade; *fase pré-operatório*, dos dois anos até por volta dos sete anos; *fase operatório concreto*, estende-se dos sete até cerca dos onze anos; e *fase operatório formal*, dos onze anos até a idade adulta (PIAGET, 1990).

esquema, estrutura, operação, adaptação (assimilação e acomodação), organização e equilíbrio – que norteiam o desenvolvimento humano.

Portanto, como defende a teoria piagetiana, sendo o desenvolvimento mental uma sucessão de fases em que a construção de um novo estágio depende de subestruturas adquiridas anteriormente, a transmissão do conhecimento é um processo que acontece internamente através de reinvenções dos mecanismos cognitivos, não podendo ser acelerado pelo meio social, embora as aquisições socialmente adquiridas enriqueçam esse processo.

Essa forma de abordagem cognitiva da aprendizagem constitui a base do construtivismo piagetiano no que diz respeito ao constructo psicológico. Nesse sentido,

O construtivismo estabelece que o sujeito cognoscitivo constrói o conhecimento. Isso pressupõe que cada sujeito tem que construir seus próprios conhecimentos e que não os pode receber construídos de outros. A construção é uma tarefa solitária, no sentido de que é realizada no interior do sujeito, e só pode ser efetuada por ele mesmo. Essa construção dá origem à construção psicológica (DELVAL, 1998, p. 16).

Trazendo isso para a educação escolar podemos entender a visão do construtivismo piagetiano sobre o processo educativo, pois, segundo Piaget (2015), os sistemas escolares devem se abrir às necessidades cotidianas dos alunos e valorizar suas habilidades e aptidões, estimulando-os a construir suas próprias verdades. Nesse processo, a construção do conhecimento seria fundamentada numa tríade de ideias expostas por Coll (1996): 1) o estudante é responsável pela própria aprendizagem; 2) o conhecimento anteriormente elaborado pelo indivíduo precisa ser reconstruído na escola; e 3) no processo de reconstrução, o professor atua como orientador.

Os construtivistas piagetianos defendem que o conhecimento é algo pessoal, construído internamente, logo, descartam a transmissão de informações diretamente do professor para o aluno, desvinculando o ensino da aprendizagem, uma vez que os aprendizes não são recebedores passivos de conhecimento, pelo contrário, são construtores de seus próprios significados (*Ibidem*).

Levando em consideração essas ideias de Piaget, com quem trabalhou por quatro anos, Seymour Papert (1928-2016), faz uma reconstrução pessoal do construtivismo, avançando um pouco mais em seus conceitos e cria o construcionismo, segundo o qual



o importante é que o aluno se envolva na construção do seu conhecimento, que deve levar em consideração a ação sobre o meio. Nesse sentido “o construcionismo também possui a conotação de ‘conjunto de construção’[...]” (PAPERT, 1994, p 127, destaque do autor).

Papert (1990; 1994) considera que o conceito de construcionismo é uma expansão do conceito de construtivismo, quando afirma que:

*We understand “constructionism” as including, but going beyond, what Piaget would call “constructivism”. The word com V expresses the theory that knowledge is built by the learner, not supplied by the teacher. The word with the N expresses the further idea that this happens especially felicitously when the learner is engaged in the construction of something external or least shareable... a sand castle, a machine, a computer program, a book<sup>89</sup>* (PAPERT, 1990, p. 3, destaques do autor).

[...] o construcionismo [...] apresenta como principal característica o fato de que examina mais de perto do que os outros – *ismos* educacionais a ideia da construção mental. Ele atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorreu na cabeça, tornando-se, desse modo, menos uma doutrina puramente mentalista. Também leva mais a sério a ideia de construir na cabeça reconhecendo mais de um tipo de construção e formulando perguntas a respeito dos métodos e materiais usados (PAPERT, 1994, pp. 127-128).

A ideia de construcionismo como extensão do construtivismo é corroborada por Fino (2000), para quem

O pensamento construcionista acrescenta algo ao ponto de vista construtivista. Onde o construtivismo indica o sujeito como construtor ativo e argumenta contra modelos passivos de aprendizagem e desenvolvimento, o construcionismo dá particular ênfase a construções particulares do indivíduo, que são externas e partilhadas (FINO, 2000, p. 85).

Além de compartilhar dos princípios construtivistas do sujeito como construtor ativo, o construcionismo destaca a importância das construções compartilháveis de cada indivíduo, dando ênfase aos artefatos culturais internalizados a partir de materiais cognitivos tirados do mundo a sua volta e àqueles que são construídos internamente e compartilhados com outros indivíduos no transcorrer do processo de aprendizagem (FINO, 2004).

---

<sup>89</sup> Entendemos “construcionismo” como algo que inclui, mas vai além, ao que Piaget chamaria de “construtivismo”. A palavra com V expressa a teoria de que o conhecimento é construído pelo aluno, e não fornecido pelo professor. A palavra com o N expressa a ideia adicional de que isso aconteça especial e felizmente quando o aluno está envolvido na construção de algo externo ou ao menos compartilhável... Um castelo de areia, uma máquina, um programa de computador, um livro. (Tradução nossa).

Nesse ponto, ao perfilar a internalização do que está fora e externalização do que está dentro, o construcionismo é colocado em consonância com a teoria de Vygotsky, para quem as funções no desenvolvimento da criança são duplas, aparecendo inicialmente no nível social (interpsicologicamente), e, em seguida, no nível individual (intrapicologicamente) (VYGOTSKY, 2007), com o mediador/professor trabalhando dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de cada estudante.

De acordo com Sousa e Fino (2001) a perspectiva de se trabalhar na ZDP do aprendiz reorganiza o papel do professor para que venha orientar de forma mais próxima o aluno e para que este alcance um nível de conhecimento mais elevado quanto possível. Para isso o professor deve saturar o ambiente com o máximo de nutrientes cognitivos dos quais o aluno fará uso para construir seu conhecimento.

Para lidar com os problemas decorrentes da organização de grupos heterogêneos, com ZDP sobrepostas, pode-se utilizar a estratégia da mediação da aprendizagem por pares, entendendo que “a aprendizagem de conhecimentos e de habilidades ocorre num contexto social no interior do qual um adulto ou uma criança, mais aptos, guiam a actividade de um indivíduo menos apto” (FINO, 1998, p. 4).

Desse modo, o conceito de construcionismo nomeia uma abordagem educativa na qual o aluno é o construtor ativo do seu conhecimento por meio da cooperação entre os pares e levando em consideração os fatores sócio-culturais, onde o conhecimento está nas mãos do aprendiz já que este constrói a partir de sua visão sem a interferência do professor, que só está presente para tirar possíveis dúvidas.

Ainda em relação à construção do conhecimento segundo uma visão construcionista devemos considerar a importância dos “materiais” que atuam nessa construção. Quanto mais “materiais” que facilitem a construção de conceitos e a experimentação, melhor se dará a aprendizagem. Papert (1980) nomeia estes “materiais” de “objetos para pensar com” e os ambientes nos quais eles estão inseridos de “micromundos”<sup>90</sup>. Esses “materiais” tem a função de fornecer um meio concreto para a construção imediata de um conhecimento que serve de alicerce a uma nova aprendizagem que também deve

---

<sup>90</sup> Papert (1980) define “micromundo” como um subconjunto de uma determinada realidade que, atuando juntamente com suas estruturas cognitivas, pode criar um ambiente propício à sua atuação.

levar em consideração os aspectos culturais nos quais o aprendiz está inserido. Nesse sentido, “a aprendizagem depende do contexto no qual ocorre, de modo que são mais significativas as aprendizagens que ocorrem durante o desempenho de atividades autênticas” (FINO, 2000, p. 84).

O aluno como construtor ativo do próprio conhecimento está na base do construcionismo idealizado por Papert, na busca de uma educação contemporânea, pautada numa aprendizagem situada, colaborativa e onde o aprendiz possa testar suas construções e negociar socialmente o conhecimento (PAPERT, 1991). Nessa visão, devemos destacar o papel das TIC – especialmente o computador – nessa nova educação.

#### **3.3.4.1. TIC e inovação pedagógica: a educação na era tecnológica**

A tecnologia pode ser auxiliar poderoso, uma vez que ela pode ajudar a criar e testar ambientes diferentes, novas descentralizações e novas maneiras de imaginar o diálogo interpessoal que conduz à cognição.

Carlos Nogueira Fino

Encontramo-nos num momento histórico em que as tecnologias da informação e comunicação (TIC) atingiram larga escala de propagação na sociedade, com ramificações em todas as áreas do conhecimento, inclusive na educação. Todavia, um impacto significativo dessas mudanças na educação ainda não se faz notar claramente, sendo o uso do computador como ferramenta educacional visto como uma alternativa que pode vir a sanar esse déficit, processo que ainda encontra muitos obstáculos no engessado paradigma educacional moldado para a sociedade industrial, e que “[...] permanece bastante comprometido com a filosofia educacional do final do século XIX e início do século XX [...]” (PAPERT, 1994, p. 11).

No entanto, Papert (1980) e Fino (2009) alertam que a tecnologia na educação não pode ser vista como a redentora de todos os problemas do sistema educacional, ou corre-se o

risco de favorecer a continuidade do velho paradigma, mascarando de inovadoras as mesmas práticas.

Apesar disso, tomando o devido direcionamento, concordamos com Fino (2007) de que o computador, quando usado a serviço do aprendiz, tem capacidade de promover novas formas de interações sociais e colaboração, ajudando a criar novos ambientes de aprendizagem e abrindo portas antes inimagináveis, “[...] não sendo mais um instrumento que ensina o aprendiz, mas passa a ser uma ferramenta através da qual o aluno desenvolve algo [...]” (VALENTE, 1993, p. 13). Nesse sentido, Fino (*Op. cit.*) expõe cinco razões, que apresentamos de forma resumida, em defesa do uso do computador na educação:

- Os computadores podem criar novos ambientes de aprendizagem, desde que entregues aos aprendizes e utilizados como ferramentas de aprendizagem e não de ensino;
- Os computadores facilitam a transdisciplinaridade e a abordagem de assuntos complexos, contribuindo para o rompimento da taylorização escolar;
- Nas mãos dos aprendizes, os computadores eliminam a massificação e possibilitam percursos educacionais com mais autonomia;
- Permitem o acesso, quase que de forma imediata, a fontes de informações de que as escolas não possuem, fazendo com que estas deixem de ser vistas como únicos locais de aquisição de conhecimento;
- Os computadores possibilitam ao aprendiz acessar, a partir de seu macrocosmo individual, toda a pluralidade cultural do mundo.

Toda essa pressão trazida pelo advento tecnológico, somada às mudanças sociais e econômicas provocadas pela transição de uma sociedade industrial para uma sociedade da informação (TOFFLER, 1973), faz com que o modelo de escola vigente perca cada vez mais a credibilidade enquanto instituição formadora, forçando a escola ao caminho da mudança, onde as TIC não podem mais serem ignoradas, uma vez que, como afirma Papert (1994):

[...] o computador derruba barreiras que tradicionalmente separam o pré-literário do literário, o concreto do abstrato, o corpóreo do incorpóreo. Evitando estas divisões, ele elimina um obstáculo que impediu muitas pessoas de atravessarem da concreta corposintônica oralidade da infância para valiosas formas de competências que no passado estiveram acessíveis

apenas em formas literárias, abstratas e descorporificadas (PAPERT, 1994, p. 50).

Para entendermos melhor a relação entre TIC e educação devemos voltar algumas décadas no tempo, pois as primeiras experiências do uso do computador na educação limitadas ao ensino por meio da máquina datam da década de 1920 com a máquina para corrigir testes de múltipla escolha inventada por Sidney Pressey em 1924, passando pela máquina de ensinar de Burrhus Frederic Skinner na década de 1950, que se baseava no conceito da instrução programada (SOUSA & FINO, 2001).

É na perspectiva skinneriana que surge a CAI (*Computer Aided Instruction* ou, em português, Instrução Auxiliada pelo Computador), restringindo o computador à função de máquina de ensinar, substituindo o professor ou potencializando sua capacidade docente. Nessa linha de raciocínio, Correia (2011, p. 107) evidencia que “o programa tradicional de ensino é o mesmo, muda apenas a forma como passa a ser transmitido [...] a escola adquire programas educacionais e o computador fica entregue a um tipo de ensino instrucionista”, ocorrendo apenas a informatização dos métodos utilizados no ensino tradicional.

Esse modelo teve e ainda tem relativo espaço no cenário da informática educacional, pois foi a partir dessa concepção que os computadores começaram a ter maior difusão nos ambientes escolares. Esta abordagem instrucionista também serviu como base para o afloramento de novas reflexões sobre o uso de *softwares* educacionais que não apenas servissem para automatizar a transmissão dos conteúdos programáticos, mas onde os alunos fossem capazes de transformar informação em conhecimento.

Tentando superar esta barreira, Papert faz uso das ideias construtivista de Jean Piaget de construção de conhecimento e vai além ao afirmar que isso acontece preferencialmente quando o aluno se engaja na construção de algo que pode ser externado ou ao menos compartilhável (PAPERT, 1990). Surgia assim o construcionismo. O próprio Papert descreve de onde surgiu sua inspiração:

Para mim, a virada ocorreu no início dos anos 60, quando os computadores mudaram meu sistema de trabalho. O que me impressionou mais fortemente foi que determinados problemas abstratos e difíceis de captar tornaram-se concretos e transparentes e que determinados projetos que pareciam interessantes, mas complexos demais para empreender, tornaram-se manejáveis. [...] Percebi que as crianças poderiam ter condições de desfrutar das mesmas vantagens [...] Minha meta tornou-se lutar para criar um

ambiente no qual todas as crianças – seja qual for sua cultura, gênero ou personalidade – poderiam aprender álgebra, geometria, ortografia e história de maneiras mais semelhantes à aprendizagem informal da criança pequena pré-escolar ou da criança excepcional do que ao processo educacional seguido nas escolas (PAPERT, 1994, p. 19).

Para servir de suporte às práticas construcionistas, Papert e sua equipe do M.I.T. (*Massachusetts Institute of Technology*) buscaram elaborar um *software* que possibilitasse usar o computador como uma ferramenta de construção de conhecimento. Surgia então, em 1967, a primeira versão da linguagem de programação LOGO<sup>91</sup>.

O que Papert implicitamente propunha com o LOGO e seu enquadramento conceptual era uma mudança de paradigma educacional, do paradigma instrucionista, velho de quase dois séculos, para um novo paradigma construcionista, como meio de responder ao desafio colocado à escola por uma sociedade em profunda e acelerada mudança, notoriamente incapaz de “preparar para o futuro”, mas talvez ainda com alguma capacidade para formar pessoas peritas em aprender e em mudar (SOUSA & FINO, 2001, p. 377, destaque dos autores).

O diferencial do LOGO é que esta linguagem de programação não foi idealizada apenas do ponto de vista computacional, mas também do ponto de vista pedagógico na qual o aprendiz tem autonomia para que possa construir seu conhecimento por meio de suas capacidades cognitivas próprias, identificar seus erros e corrigi-los. Para Fino (2001b) “o logo propõe uma maneira singular de exploração de tecnologia com um projecto educativo, cujos horizontes não se confinam geralmente aos limites curriculares” (FINO, 2001b, p. 4).

Assim, numa visão computacional, o LOGO contribui para a exploração de atividades espaciais e a criação de novos procedimentos e termos, devido à facilidade de sua linguagem de programação. Pedagogicamente, age como sendo um catalizador de aprendizagem que auxilia na construção de conhecimentos e favorece a revisão de conceitos que não foram, por alguma razão, bem assimilados, ainda porque até “[...] *the simplest definition of constructionism evokes the idea of learning-by-making* [...]”<sup>92</sup>. (PAPERT, 1991, p.8), propiciando ao aluno a chance de aprender fazendo, já que permite ao aluno a apreciação das ideias e conceitos aplicados para confirmar se o que foi planejado e o que aconteceu no ambiente se deram da mesma maneira, permitindo

---

<sup>91</sup> O termo LOGO tem origem grega e significa “pensamento, raciocínio, discurso”.

<sup>92</sup> [...] a definição mais simples de construcionismo evoca a ideia de aprender fazendo [...]. (Tradução nossa).

assim que seja identificado o erro pelo próprio aluno e também por ele sejam propostas soluções.

Segundo Valente (1993) o uso do LOGO resgata a aprendizagem construtivista e pode provocar uma mudança profunda nas práticas pedagógicas. Uma mudança que coloca a ênfase na aprendizagem em vez da transmissão de informação, na construção em vez da instrução. Essa linguagem de programação tem como porta de entrada a exploração de atividades espaciais, permitindo um contato quase que imediato do aluno, mesmo que iniciante, com o computador. Esta facilidade contribui para que seja acessível aos mais diferentes segmentos da educação, criando laços entre abstrato e o concreto, o informal e o formal.

A interligação entre o abstrato e o informal com o concreto e o formal constitui um forte componente na abordagem construcionista. Ao se interessar pelo que lhe é proposto o aluno cria um ciclo de construção de conhecimento. Assim, os projetos realizados na escola devem estar vinculados à realidade dos alunos e integrados a todas as disciplinas para que os aprendizes sejam motivados na construção de sua aprendizagem.

Nesse sentido, a linguagem de programação o LOGO serve para que os aprendizes possam se comunicar com o computador e apresenta características elaboradas especialmente para facilitar práticas pedagógicas baseadas no computador e para explorar aspectos do processo de aprendizagem.

Segundo Fino (2000), essa linguagem de programação pode enriquecer o ambiente cultural no qual as crianças se desenvolvem e, com isso, favorecer o desenvolvimento de habilidades intelectuais muitas vezes inesperadas, uma vez que numa abordagem construcionista não é o computador que comanda o aluno e sim o aluno tem o comando sobre o computador. Nas palavras do próprio Papert (1980):

*In most contemporary educational situations where children come into contact with computers the computer is used to put children through their paces, to provide exercises of an appropriate level of difficulty, to provide feedback, and to dispense information. The computer programming the child. In the LOGO environment the relationship is reversed: The child, even at preschool ages, is in control: The child programs the computer. And in teaching the computer how to think, children embark on an exploration about how they themselves think. The experience can be heady: Thinking about*

*thinking turns the child into an epistemologist, an experience not even shared by most adults*<sup>93</sup> (PAPERT, 1980, p. 19).

Há, portanto, a valorização das estruturas cognitivas e um consequente desenvolvimento de meios para que a aprendizagem aconteça através de discussões, ações e interações com o objeto estudado, além de possibilitar a reconstrução do erro, ou seja, quando *“[...] the presence of computers [...] alters the nature of the learning process; for example, if it shifts the balance between transfer of knowledge to students and the production of knowledge by students”*<sup>94</sup> (PAPERT, 1991, p. 14).

Com a evolução dos recursos de informática, melhoramento das redes de comunicação e a facilidade de acesso aos computadores, a ideia de construcionismo foi ampliada para além da linguagem de programação LOGO. Ao olhar para os alunos como construtores do próprio conhecimento, o construcionismo abre caminho para a inovação pedagógica que, para Fino (2000) é algo que deve se contrapor à tradição, desafiar as rotinas, procurar novos pontos de vista e promover um reencontro com a atualidade.

A inovação pedagógica não é uma questão que possa se colocada em termos estritamente quantitativos ou de mera incorporação de tecnologia, do género mais depressa, mais eficazmente, mais do mesmo. Muito menos pode ser colocada em termos de tecnologias disponíveis na escola, nomeadamente quando a proposta da sua utilização consiste em fazer com ela exactamente o que se faria na sua ausência, embora, talvez, de forma menos atractiva. A inovação pedagógica só se pode colocar em termos de mudança e de transformação (FINO, 2009, p. 5).

O que não se pode esquecer é que embora o conhecimento deva se alicerçar nas experiências concretas do aprendiz e a manipulação de instrumentos que ele próprio construiu como defende Papert (1980, p. 9), o *“[...] central focus is not on the machine but on the mind, and particularly on the way in which intellectual movements and*

---

<sup>93</sup> Na maioria das situações educacionais contemporâneas, onde as crianças entram em contato com computadores, o computador é usado para colocar as crianças no ritmo, fornecer exercícios de um nível adequado de dificuldade, proporcionar *feedback* e distribuir informações. O computador é que programa a criança. No ambiente LOGO a relação é inversa: a criança, mesmo em idades pré-escolares, está em controle: a criança é que programa o computador. E ao ensinar o computador como pensar, as crianças embarcam em uma exploração sobre como eles próprios pensam. A experiência pode ser inebriante: pensamento sobre o pensamento transforma a criança em um epistemólogo, uma experiência nem mesmo compartilhada pela maioria dos adultos. (Tradução nossa).

<sup>94</sup> A presença de computadores [...] altera a natureza do processo de aprendizagem, por exemplo, se ele muda o equilíbrio entre a transferência de conhecimento para os alunos e a produção do conhecimento pelos estudantes. (Tradução nossa).



*cultures define themselves and grow*”<sup>95</sup>, uma vez que a inovação pedagógica corresponde obrigatoriamente às práticas. A esse respeito Fino (2008a) destaca que

A inovação implica mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas e essas mudanças sempre envolvem um posicionamento crítico, explícito ou implícito, face às práticas pedagógicas tradicionais. É certo que há factores que encorajam, fundamentam ou suportam mudanças, mas a inovação, ainda que se possa apoiar nesses factores, não é neles que reside, ainda que possa ser encontrada na maneira como são utilizados (FINO, 2008a, p. 1).

E acrescenta:

[...] a inovação envolve obrigatoriamente as práticas. Portanto, a inovação pedagógica não deve ser procurada nas reformas do ensino, ou nas alterações curriculares ou pragmáticas, ainda que ambas, reforma e alterações, possam facilitar, ou mesmo sugerir, mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas (*Ibidem*, p. 2).

No entanto, numa sociedade tecnológica como a que vivemos não podemos desprezar o uso da tecnologia na educação ao mesmo tempo em que não podemos tomá-la como a salvadora da escola apenas pela sua incorporação nos contextos educacionais. O que precisamos é ampliar, tal como Papert (1980; 1994), nossa visão em relação a toda essa tecnologia para além de uma mera incorporação de recursos tecnológicos.

Estando a inovação pedagógica relacionada às práticas, precisa se inserir numa perspectiva conjunta das ações do professor e da escola para provocar a ruptura paradigmática do modelo fabril e procurar criar situações de aprendizagem focadas no aluno. Nesse sentido, o construcionismo, dando ênfase à aprendizagem ao invés do ensino, à construção do conhecimento ao invés da instrução se apresenta como alternativa ao anacrônico modelo educacional vigente.

Ora, ao defendermos que no processo de aprendizagem o mais importante é a construção do conhecimento pelo aluno e não sua reprodução, também defendemos a importância de alguns fatores que contribuem ou mesmo possibilitam tal processo, com destaque ao trabalho colaborativo. Assim, mediante sua relevância numa perspectiva construcionista, dedicaremos o próximo tópico a uma breve explanação sobre aprendizagem colaborativa.

---

<sup>95</sup> [...] foco central não está na máquina, mas sobre na mente, e, particularmente, na maneira em que os movimentos intelectuais e culturas se definem e evoluem. (Tradução nossa).

### 3.3.5. Aprendizagem colaborativa

A cooperação é fonte de três espécies de transformação do pensamento individual, sendo as três de natureza a permitir aos indivíduos uma maior consciência da razão imanente a qualquer outra atividade intelectual. Em primeiro lugar, a cooperação é fonte de reflexão e de consciência de si. Em segundo lugar, a cooperação dissocia o subjetivo e o objetivo. Em terceiro lugar, a cooperação é fonte de regulação.

Jean William Fritz Piaget

De uma forma bem ampla Dillenbourg (1999, p. 1) define aprendizagem colaborativa como “[...] *a situation in which two or more people learn or attempt to learn something together*”<sup>96</sup>. O autor explica a amplitude do conceito pelo fato de que a aprendizagem colaborativa pode assumir múltiplas caracterizações, por exemplo: quando falamos de “dois ou mais” podemos estar falando de um par, um pequeno grupo ou mesmo de uma comunidade inteira; “aprender algo juntos” pode se referir tanto a situações de aprendizagem presenciais quanto virtuais, sejam síncronas ou assíncronas.

Num contexto de educação escolar, a aprendizagem colaborativa estaria se desenvolvendo no trabalho de duas ou mais pessoas indivíduos que possuam objetivos compartilhados e que se auxiliem de forma mútua na construção de conhecimento. Nesse cenário cabe ao professor ou membro mais experiente criar situações de aprendizagem em que possam ocorrer trocas significativas entre os aprendizes e entre estes e o professor/orientador.

Dillenbourg (*Op. cit.*) defende que a aprendizagem colaborativa está relacionada a quarto itens – definição do situação, interações, processos e efeitos – que se relacionam reciprocamente de forma bidirecional, da seguinte maneira:

- *There is a bi-directional link between the situation and the interactions: on one hand, the situation defines the conditions in which some interactions are likely to occur, but on the other hand, some situations are labelled 'collaborative' because the interactions which did occur between members were collaborative.*
- *There is a bi-directional link between the interactions and the processes, as the relationship between synchronicity and mutual modelling: I needed to refer to*

---

<sup>96</sup> [...] uma situação em que duas ou mais pessoas aprendem ou tentam aprender algo juntos. (Tradução nossa).

*cognitive process (mutual modelling) in order to define a feature of interaction (synchronicity) beyond simple technical terms.*

- *There is a bi-directional link between the processes and the effects of collaborative learning. In principle, the processes generate the effects. However, some processes are described by the effects, such as 'internalization'. Conversely, some effects are expressed in terms of group processes, such as the ability to work in group. This ambiguity is not specific to the field of collaborative learning: for instance induction can be viewed as a process by a psychologist while it might be viewed as the output of complex chemical processes by a neurophysiologist<sup>97</sup> (DILLENBOURG, 1999, p. 13).*

Em outras palavras, a situação gera interações, as interações desencadeiam processos cognitivos que, por sua vez, originam efeitos cognitivos, ou seja, aprender colaborativamente seria um efeito colateral desencadeado por interações entre pares em sistema de interdependência na realização de uma tarefa ou na resolução de problemas.

A aprendizagem colaborativa pode ocorrer em qualquer ambiente educacional, seja ele formal ou não formal, e não depende da tecnologia para acontecer. No entanto, com a popularização dos computadores e da internet, cada vez mais essa tecnologia está sendo usada para gerar ambientes colaborativos (VARELA *et al*, 2002), levando, na década de 1990, ao surgimento de uma vertente de investigação nessa área, que foi nomeada *Computer-Supported Cooperative Learning* (CSCL) ou “aprendizagem colaborativa assistida por computador”, em português.

O surgimento e evolução de pesquisas na área da CSCL se devem, em sua maioria, à facilidade de acesso à informação que a tecnologia proporciona aos aprendizes, dentro e fora da escola, por meio do acesso à rede mundial de computadores, os sistemas especializados, os bancos de dados, os recursos de multimídia e os programas educativos, que podem enriquecer, instigar e complementar o processo de aprendizagem (BEHRENS, 1999).

---

<sup>97</sup> - Existe uma ligação bidirecional entre a situação e as interações: por um lado, a situação define as condições nas quais algumas interações são susceptíveis de ocorrer, mas, por outro lado, algumas situações são rotuladas como “colaborativas” porque as interações que ocorreram entre os membros foram colaborativas.

- Existe uma ligação bidirecional entre as interações e os processos, como a relação entre sincronismo e modelagem mútua: eu precisava me referir ao processo cognitivo (modelagem mútua) para definir uma característica de interação (sincronicidade) para além de termos técnicos simples.

- Existe uma ligação bidirecional entre os processos e os efeitos da aprendizagem colaborativa. Em princípio, os processos geram os efeitos. No entanto, alguns processos são descritos pelos efeitos, como a “internalização”. Por outro lado, alguns efeitos são expressos em termos de processos grupais, como a capacidade de trabalhar em grupo. Essa ambiguidade não é específica para o campo da aprendizagem colaborativa: por exemplo, a indução pode ser vista como um processo por um psicólogo, enquanto pode ser vista como a saída de processos químicos complexos por um neurofisiologista. (Tradução nossa).

Encontramos as primeiras referências de utilização do termo “*Computer-Supported Cooperative Learning*” em Koschmann (1996), o qual o usa para definir uma área específica de investigação tendo como suporte inicial as teorias neopiagetiano sobre o conflito, da prática social e histórico-cultural, suporte este acrescido posteriormente, por Koschmann (1999), de relevantes referências da teoria de Dewey e Bahjkin.

De acordo com Pfister *et al* (1998), sendo a aprendizagem assistida por computador uma estratégia de aprendizagem que depende da interação entre dois ou mais indivíduos, o conhecimento é construído a partir de um processo social de partilha de domínio em comum. Nessa perspectiva, a CSCL acontece quando

*[...] at least two persons communicate and are motivated to cooperate with respect to the common goal of knowledge acquisition via computer; the focus is on distributed participants, and learners are allowed to switch between synchronous and asynchronous cooperation. This emphasizes the problem of orientation, i.e., participants need to know - metaphorically speaking - where they are, and who else is with them. Virtual rooms provide an easy to understand analogue of rooms in the real world: people situated in the same room are aware of each other, receive information about the other's identity, and share a common view on the same information<sup>98</sup> (Pfister *et al*, 1998, p.2).*

Assim, a CSCL tem se dedicado a analisar como a aprendizagem assistida por computador facilita a interação entre os pares num ambiente de trabalho em grupo e como as novas tecnologias abrem espaço para a troca de conhecimento entre membros de uma comunidade virtual (LIPPONEN, 2002; CORREIA, 2011).

Na verdade, o ponto forte da aprendizagem assistida por computador é a colaboração, pois só a colaboração entre os membros faz com que a comunidade se desenvolva e alcance os objetivos de aprendizagem pretendidos. No entanto, mesmo com todas as facilidades da comunidade virtual, os educadores devem ter consciência de que estas dependem em grande parte das necessidades humanas. Em alguns aspectos, essas comunidades educativas podem ser mais estimulantes e interessantes para aqueles envolvidos com a educação, à medida que juntam pessoas com interesse e objetivos em comum (PALLOFF & PRANT, 1999).

---

<sup>98</sup> Pelo menos duas pessoas se comunicam e estão motivadas a cooperar em relação ao objetivo comum de aquisição de conhecimento via computador; o foco está em participantes distribuídos, e os alunos podem alternar entre cooperação síncrona e assíncrona. Isso enfatiza o problema da orientação, ou seja, os participantes precisam saber – metaforicamente falando – onde estão, e quem mais está com eles. As salas virtuais fornecem um ambiente analógico fácil de entender no mundo real: as pessoas situadas na mesma sala estão conscientes umas das outras, recebem informações sobre a identidade do outro e compartilham uma visão comum sobre a mesma informação. (Tradução nossa).

Grande parte das teorias que tratam de aprendizagem colaborativa assistida por computador são baseadas nas contribuições dos estudos de construtivistas de Piaget e sócio-cultural de Vygotsky e que não se restringem as abordagem psicológicas, valendo-se também de contribuições de teorias sociais, antropológicas e educacionais.

Analisando os aspectos presentes no processo de desenvolvimento da aprendizagem colaborativa, Matthews *et al* (1995) firmam alguns pressupostos sobre os quais essa prática se articula:

- *learning in an active mode is more effective than passively receiving information;*
- *the teacher is a facilitator or coach rather than a “sage on the stage”;*
- *teaching and learning are shared experiences between teacher and students;*
- *balancing lecture and small-group activities is an important part of a teacher's role;*
- *participating in small-group activities develops higher-order thinking skills and enhances individual abilities to use knowledge;*
- *accepting responsibility for learning as an individual and as a member of a group enhances intellectual development;*
- *articulating one's ideas in a small-group setting enhances a student's ability to reflect on his or her own assumptions and thought processes;*
- *developing social and team skills through the give-and-take of consensus-building is a fundamental part of a liberal education;*
- *belonging to a small and supportive academic community increases student success and retention; and*
- *appreciating (or at least acknowledging the value of) diversity is essential for the survival of a multicultural democracy*<sup>99</sup> (MATTHEWS *et al*, 1995, p. 37).

Os pressupostos citados acima colocam em evidência a importância da cooperação e do compartilhamento de experiências reais no processo de aprendizagem e destaca o papel do professor como facilitador e organizador de contextos aprendizagem, contrapondo-se

---

<sup>99</sup> - aprender de modo ativo é mais eficaz do que a recepção passiva de informações;  
 - o professor é um facilitador ou treinador em vez de um guru;  
 - ensino e aprendizagem são experiências compartilhadas entre professores e alunos;  
 - encontrar o equilíbrio entre aulas expositivas e atividades em grupos pequenos é uma parte importante do papel de um professor;  
 - participar de atividades em pequenos grupos desenvolve habilidades de pensamento de ordem superior e melhora as habilidades individuais para usar o conhecimento;  
 - aceitar a responsabilidade pela aprendizagem como indivíduo e, como membro de um grupo, melhora o desenvolvimento intelectual;  
 - articular as ideias de um indivíduo em pequenos grupos aumenta a capacidade de um aluno refletir sobre seus próprios pressupostos e processos de pensamento;  
 - desenvolver habilidades sociais e de equipe através do dar e receber a construção de consenso é uma parte fundamental de uma educação liberal;  
 - pertencer a uma comunidade acadêmica pequena e solidária aumenta o sucesso e a retenção dos estudantes; e  
 - apreciar (ou pelo menos reconhecer o valor da) diversidade é essencial para a sobrevivência de uma democracia multicultural. (Tradução nossa).

aos tradicionais contextos de ensino, nos quais se valorizam o conhecimento descontextualizado e abstrato.

Os defensores do trabalho colaborativo argumentam que nesse sistema de atividades os aprendizes assumem a responsabilidade por sua própria aprendizagem em harmonia com contextos autênticos e reais, preceito que encontra respaldo nas palavras de Papert (1994, p. 29), que afirma que “[...] a melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando” e de Fino (2000, p. 84), para quem “a aprendizagem depende do contexto no qual ocorre, de modo que são mais significativas as aprendizagens que ocorrem durante o desempenho de atividades autênticas”.

No entanto, somos cientes de que a forma como a instituição escolar procura promover o conhecimento muitas vezes contradiz a forma como é aprendido fora dela, pois o conhecimento promovido na escola geralmente é individual e produzido por meio de contextos manipulados (conhecimento simbólico-mental), enquanto fora dela é compartilhado e firmado sobre contextos concretos (conhecimento físico-instrumental), ou seja, a escola tenta ensinar seus alunos através de práticas de substituição descontextualizadas, artificiais e insignificantes, que estão em contradição com a vida real (ARCEO & ROJAS, 2002).

Embora existam bons exemplos de aprendizagem desenvolvida com eficácia em contextos de trabalho individual e com princípios semi-behavioristas, sabemos que são exceções em um mundo cada vez mais complexo e tecnológico, onde a maneira de viver e aprender tem se modificado aceleradamente. Nesse cenário, os conceitos sobre aprendizagem veem evoluindo ao ritmo da evolução tecnologia e novas tendências, como o conectivismo, veem surgindo para tentar situar a educação na nova ordem mundial.

### 3.3.6. Conectivismo: a aprendizagem em um mundo digital

O conectivismo apresenta um modelo de aprendizagem que reconhece as mudanças tectônicas na sociedade, onde a aprendizagem não é mais uma atividade interna e individualista. [...] proporciona uma visão das habilidades de aprendizagem e das tarefas necessárias para que os alunos floresçam em uma era digital.

George Siemens

O conectivismo surgiu como uma proposta de evolução às teorias da aprendizagem que lhe precede – behaviorismo, cognitivismo e construtivismo<sup>100</sup> –, tendo como marco inicial o artigo de George Siemens, publicado em 2005 e intitulado *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*.

De acordo com essa nova vertente a cognição e o conhecimento se distribuem por meio de redes de indivíduos e tecnologia, sendo a aprendizagem um processo resultante da conexão e acesso a essas redes, que se processam em três níveis distintos e simultâneos: a nível neural, formando conexões neurais que atuam sobre o desenvolvimento do cérebro; a nível conceitual, agindo dentro de uma área de conhecimento ou disciplina específica; e a nível externo, através da conexão entre indivíduos por meio de redes de computadores (CORREIA, 2011).

Segundo a proposta conectivista, a aprendizagem é um processo que acontece em ambientes sujeitos a constantes mudanças e não inteiramente sob o controle do indivíduo, podendo residir fora de nós mesmos e dentro de banco de dados ou organizações, onde as decisões são baseadas em informações que estão sendo adquiridas contínua e rapidamente. A capacidade de distinguir as informações importantes daquelas sem importância se torna uma capacidade vital. Nesse cenário, o conectivismo viria a suprir as lacunas deixadas pelas teorias antigas em relação à influência da tecnologia na aprendizagem (SIEMENS, 2005).

---

<sup>100</sup> Para Siemens (2005), a principal limitação das teorias da aprendizagem anteriores à sua proposta é que para estas a aprendizagem é que o aprendizado é um processo unicamente interno. Essas teorias não consideram a aprendizagem que ocorre fora das pessoas – a aprendizagem que é armazenada e manipulada pela tecnologia, por exemplo – tampouco descrevem como a aprendizagem acontece dentro das organizações.

Partindo desse entendimento, Siemens (*Op. cit.*) apresenta-nos os princípios norteadores do conectivismo:

- *Learning and knowledge rests in diversity of opinions.*
  - *Learning is a process of connecting specialized nodes or information sources.*
  - *Learning may reside in non-human appliances.*
  - *Capacity to know more is more critical than what is currently known.*
  - *Nurturing and maintaining connections is needed to facilitate continual learning.*
  - *Ability to see connections between fields, ideas, and concepts is a core skill.*
  - *Currency (accurate, up-to-date knowledge) is the intent of all connectivist learning activities.*
  - *Decision-making is itself a learning process. Choosing what to learn and the meaning of incoming information is seen through the lens of a shifting reality. While there is a right answer now, it may be wrong tomorrow due to alterations in the information climate affecting the decision*<sup>101</sup>
- (SIEMENS, 2005, s/p).

Embora, para o conectivismo, o ponto de partida seja o indivíduo, o conhecimento pessoal se fundamenta por meio de uma rede de informações que nutre as instituições e organizações e retorna ao indivíduo, num ciclo contínuo de aprendizagem. Parte do princípio de que as pessoas têm muito mais conhecimento do que parece contar na informação a que foram expostas e que alguns domínios de conhecimento aparentemente simples podem conter grande quantidade de inter-relações fracas que, adequadamente exploradas, amplificam a aprendizagem por meio de um processo de inferência (LANDAUER & DUMAIS, 1997).

A discussão em torno do conectivismo como teoria da educação é recente e avança na medida em que se ampliam os debates sobre as ligações da educação com a tecnologia, principalmente no que envolve as plataformas online, que a cada dia aumenta mais sua influência em todos os setores do cotidiano das pessoas. Nesse sentido, a reflexão sobre uma teoria da aprendizagem que abrace essa nova realidade se faz necessária.

---

<sup>101</sup> - A aprendizagem e o conhecimento residem na diversidade de opiniões.  
 - A aprendizagem é um processo de conexão de nós especializados ou fontes de informação.  
 - A aprendizagem pode residir em aparelhos não humanos.  
 - A capacidade de saber mais é mais crítica do que o que é conhecido atualmente.  
 - Nutrir e manter conexões é necessário para facilitar a aprendizagem contínua.  
 - A capacidade de ver conexões entre campos, ideias e conceitos é uma habilidade básica.  
 - O conhecimento preciso e atualizado é a intenção de todas as atividades de aprendizagem conectivista.  
 - A tomada de decisões é, por si só, um processo de aprendizagem. Escolher o que aprender e o significado da informação recebida é visto através da lente de uma realidade em mudança. Embora haja uma resposta correta agora, pode ser errada amanhã devido a alterações no clima de informação que afetam a decisão. (Tradução nossa).



É fato que o conectivismo tem alcançado rápida popularidade e, no mesmo ritmo, muitas controvérsias no meio acadêmico. Alguns estudiosos como Verhagen (2006) e Kopp e Hill (2008) levantam dúvidas sobre o conectivismo ser uma nova teoria da aprendizagem. Para o primeiro a proposta de Siemens não apresenta princípios novos em relação às teorias anteriores e, para os segundos, as contribuições do conectivismo não garantem que seja tratada como uma teoria de aprendizagem separada e por direito próprio.

Em contrapartida, para outros teóricos, o conectivismo já pode ser tratado como uma teoria da aprendizagem. Duke *et al* (2013) apresentam três razões para justificar essa visão:

*First, connectivism is characterized as the enhancement of how a student learns with the knowledge and perception gained through the addition of a personal network. It is only through these personal networks that the learner can acquire the viewpoint and diversity of opinion to learn to make critical decisions. Since it is impossible to experience everything, the learner can share and learn through collaboration. Second, the sheer amount of data available makes it impossible for a learner to know all that is needed to critically examine specific situations. Being able to tap into huge databases of knowledge in an instant empowers a learner to seek further knowledge. Such a capacity to acquire knowledge can facilitate research and assist in interpreting patterns. Third, explaining learning by means of traditional learning theories is severely limited by the rapid change brought about by technology. Connectivism is defined as actionable knowledge, where an understanding of where to find knowledge may be more important than answering how or what that knowledge encompasses<sup>102</sup> (DUKE *et al*, 2013, p. 7).*

Deixando de lado as polêmicas sobre o conectivismo ser ou não uma teoria da aprendizagem, o que parece claro é o fato de que essa proposta cai como uma luva em um momento em que se debate o papel da tecnologia na educação, em meio a enormes pressões políticas e econômicas, onde “[...] não sobra muito espaço para o debate epistemológico ou, sequer, para o pensamento crítico” (FINO, 2015, p. 37). Nesse

---

<sup>102</sup> Primeiro, o conectivismo é caracterizado como o aprimoramento de como um aluno aprende com o conhecimento e a percepção obtidos através da adição de uma rede pessoal. É somente através dessas redes pessoais que o aprendiz pode adquirir o ponto de vista e a diversidade de opinião para aprender a tomar decisões críticas. Como é impossível experimentar tudo, o aluno pode compartilhar e aprender através da colaboração. Em segundo lugar, a enorme quantidade de dados disponíveis torna impossível para um aluno saber tudo o que é necessário para examinar criticamente situações específicas. Ser capaz de explorar grandes bancos de dados de conhecimento instantaneamente habilita um aprendiz a buscar mais conhecimento. Essa capacidade de adquirir conhecimento pode facilitar a pesquisa e auxiliar na interpretação dos padrões. Em terceiro lugar, explicar o aprendizado por meio de teorias tradicionais de aprendizagem é severamente limitado pela rápida mudança provocada pela tecnologia. O conectivismo é definido como um conhecimento acionável, onde uma compreensão de onde encontrar conhecimento pode ser mais importante do que responder a como ou o que o conhecimento engloba. (Tradução nossa).

sentido, “o uso das tecnologias passou a ser um fim em se mesmo. [...] O conectivismo é a sua doutrina. Siemens, o profeta. Tecnólogos, os sacerdotes” (*Ibidem*, p.39). E, assim, mais uma vez corremos o risco de tentarmos mascarar velhos problemas com remendos novos. Afinal, como destaca Marinho (2010),

É interessante constatar, nesses tempos de “dominação” das tecnologias digitais da informação e comunicação, como às vezes algumas coisas são dadas como se fossem novidades, algo absolutamente inédito e na verdade são coisas antigas, em novas “vestes”. Tirando-lhes a “roupagem tecnológica”, que é nova, veremos que são coisas antigas, apenas em novas embalagens (MARINHO, 2010, p. 197, destaques do autor).

Para concluir, sabemos que atualmente a tecnologia influencia todos os pontos de vista teóricos no campo da educação. Toda nova ideia ou teoria apresentada merece um exame atencioso em relação às possibilidades de ajudar os aprendizes no processo de aprendizagem e nisso, o conectivismo, se não pode ser tratado como teoria de aprendizagem autônoma ao menos possibilita aos educadores analisar o que está sendo feito na educação digital, repensar e debater sobre como cada parte se encaixa nessa nova ordem educacional de múltiplos ambientes de aprendizagem emergentes.

### **3.4. Clube de Astronomia como ambiente de aprendizagem emergente à luz da inovação pedagógica**

A tecnologia só será ferramenta de inovação pedagógica a partir do momento em que permita coisas diferentes, quando abrir portas para territórios inesperados, que podem muito bem não ter nada que ver, sequer, com o currículo ou com a escola.

Carlos Nogueira Fino

Na sociedade cada vez mais digital do século XXI, a cada dia surgem novos desafios para os sistemas educacionais, principalmente na busca por conciliar a construção colaborativa do conhecimento em rede com o anacronismo “[...] de uma escola fundada no século XIX, servida por professores formados no século XX e destinada a formar cidadãos nascidos no século XXI” (FINO, 2015, p. 38).

Ora, o sistema educacional atual, embora visivelmente em crise, ainda resiste com todas as forças na defesa do seu modelo de escola historicamente instituído, profundamente enraizado na sociedade e perpetuado pelo invariante cultural (FINO, 2009). Com tantas barreiras, ambientes com práticas pedagógicas inovadoras e que valorizam a coaprendizagem<sup>103</sup> nos quais aprendizes possam desenvolver suas habilidades de forma plena, encontram enormes dificuldades em se firmarem (OKADA, 2013).

Se, em meio a tantas mudanças, o cenário escolar ainda não se mostra muito favorável à coaprendizagem das áreas ditas “essenciais” imagina o quão difícil se torna para a educação em astronomia, que ao longo da história foi relegada, quando muito, a coadjuvante de outras ciências<sup>104</sup>. Para essa e outras áreas de conhecimento os ambientes educativos não formais<sup>105</sup>, livres das amarras curriculares e burocráticas da educação tradicional, emergem como locais onde práticas pedagógicas inovadoras podem ter espaço para acontecer.

Especificamente falando do Clube de Astronomia Vega, objeto de estudo desta investigação, que foi criado buscando proporcionar uma abordagem interativa e coparticipativa dos membros na área de astronomia<sup>106</sup>, e onde muitas das práticas desenvolvidas são de co-investigação, mostra-se como terreno igualmente fértil nesse sentido.

Segundo Okada (2013) o conceito de co-investigação ou aprendizagem baseada em investigação surgiu na década de 1970, fundamentado nas teorias construtivistas e sócio-críticas de Piaget, Vygotsky, Dewey e Freire. Esta abordagem vem ganhando espaço ao mesmo tempo em que aumenta a necessidade de criação de ambientes educativos conectados. A vantagem em práticas dessa natureza é que todos os participantes se envolvem, uma vez que “[...] podem contribuir nas diversas etapas, tais como: definição das questões a serem pesquisadas, metodologias adotadas, coleta de

---

<sup>103</sup> “O termo coaprendizagem foi inicialmente citado na década de 90 para enfatizar a importância de mudar ambos os papéis, tanto dos professores como distribuidores de conhecimento quanto dos estudantes de recipientes de conteúdos para ‘coaprendizes’. Ou seja, todos são parceiros no processo colaborativo de aprendizagem, na construção de significados e na criação de conhecimento em conjunto. A coaprendizagem é também destacada para enfatizar a interação centrada na aprendizagem colaborativa incluindo a construção de uma verdadeira ‘comunidade de prática’ que conduz ao envolvimento dinâmico de todos os participantes” (OKADA, 2013, p. 2, destaques da autora).

<sup>104</sup> Cf. Capítulo 2, Tópicos 2.3 e 2.4.

<sup>105</sup> Cf. Capítulo 2, Tópico 2.5.4.

<sup>106</sup> Cf. Capítulo 2, Tópico 2.5.4.1.

mais fontes de conhecimento, planejamento, implementação da coleta de dados, análise e síntese dos resultados, avaliação, revisão e disseminação da pesquisa” (OKADA, 2013, p. 2).

Para uma melhor compreensão das diferenças entre os fatores que fundamentam a aprendizagem no modelo de ensino tradicional, na proposta de coaprendizagem aberta e coaprendizagem através de co-investigação, achamos por bem apresentá-las por meio de um quadro comparativo.

	<b>ENSINO TRADICIONAL</b>	<b>COAPRENDIZAGEM ABERTA</b>	<b>COAPRENDIZAGEM ATRAVÉS DE CO- INVESTIGAÇÃO</b>
Contexto	Descontextualizado da realidade	Conectado ao mundo real	A partir de investigação do interesse do aprendiz
Conteúdo	Programa curricular impresso	Múltiplos formatos e em vários canais	Selecionado e construído no decorrer da investigação
Acesso	Restrito	Acesso aberto, individual ou coletivo	Aberto e múltiplo
<i>Design</i>	Montagem, publicação e distribuição em massa	Criação colaborativa e compartilhamento	Metodologia científica e metacognição
Professor	Instrutor	Facilitador de aprendizagem, mentor	Orientador das diferentes fases da pesquisa

Aprendiz	Receptor e reproduzidor de conhecimento	Agente ativo e coautor da coaprendizagem	Pesquisador-colaborador, coaprendiz
Tecnologia	Aplicações eletrônicas individuais	<i>Wikis, Weblogs</i> , Redes Sociais, etc.	Semânticas, móveis, personalizadas

**QUADRO 3:** Comparação entre fatores da aprendizagem via ensino tradicional e coaprendizagem (adaptado de Okada, 2013)

Analisando os fatores do quadro acima fica evidente que novas formas de aprender aparecem quando se redefinem os papéis do professor, do aluno e do ambiente, em integração com as TIC. De fato, a tecnologia é algo que está e continuará cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, no entanto, Fino (2007; 2009) alerta que a tecnologia na educação deve ser utilizada com cuidado e planejamento, para que não sirva de máscara ao velho sistema, atrasando ou até mesmo impedindo uma verdadeira mudança, uma vez que

[...] a tecnologia não é a inovação: se incorporada atabalhoadamente e à revelia de uma reflexão esclarecida, ela pode redundar em novo constrangimento. Pode alimentar o invariante. Pode contribuir para fazer tardar a reorganização paradigmática. Pode servir para dar continuidade à escola fabril por novos meios. Enquanto lá fora, a vida real se vai permanentemente reestruturando e transformando em torno de uma realidade sempre nova (FINO, 2009, p. 14).

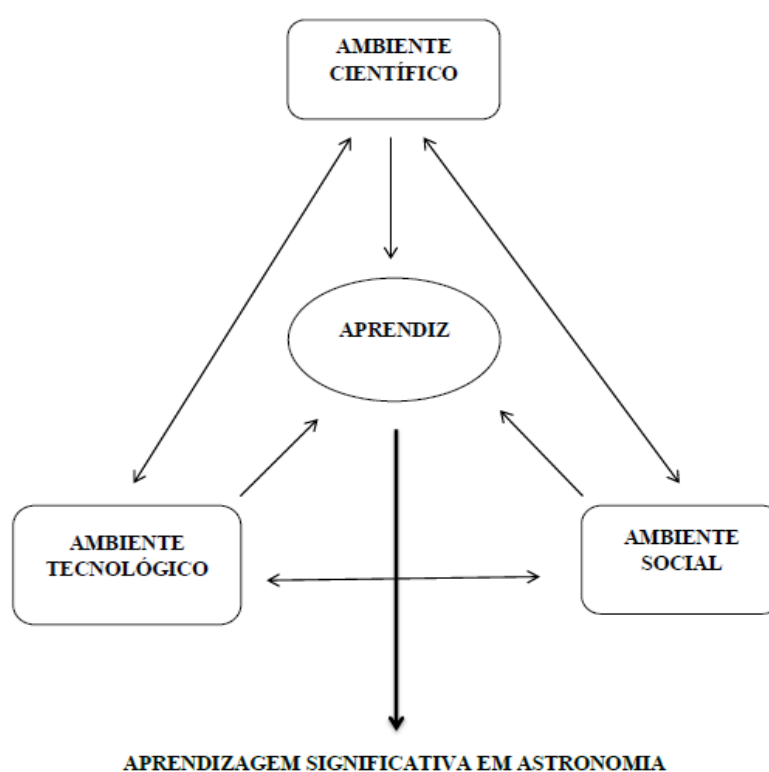
Todavia, continua o autor, tomando-se as devidas precauções,

[...] a tecnologia pode ser auxiliar poderoso, uma vez que ela pode ajudar a criar e testar ambientes diferentes, novas descentralizações e novas acessibilidades, novas maneiras de imaginar o diálogo intersocial que conduz à cognição (*Idem*).

Outra vantagem a ser explorada pelo correto uso da tecnologia na educação é a possibilidade de integração da cultura do aprendiz à cultura normatizada presente em ambientes educacionais, criando um verdadeiro ciclo de internalização do que está fora e externalização do que está dentro (PAPERT, 1990). Ideia respaldada no pensamento de Vygotsky (2007) para quem as funções cognitivas aparecem primeiro a nível social,

para em seguida aparecer a nível pessoal, ou seja, o conhecimento envolve a internalização de atividades externas.

Quando tratamos de conhecimentos científicos – no caso, conhecimento em astronomia – devemos levar em consideração, além do ambiente social, também o ambiente científico e todos os seu conjunto de leis e postulados. Nessa perspectiva, uma aprendizagem que se faça significativa em astronomia e áreas afins deve integrar o conhecimento social do aprendiz com o conhecimento cientificamente produzido ao longo do tempo, tendo a tecnologia como aliada, como esquematizado abaixo:



**FIGURA 2:** Aprendizagem em astronomia como produto da integração entre sociedade, ciência e tecnologia e tendo como foco principal o aprendiz

Assim, diante da atmosfera constante de mudança característica da pós-modernidade, os sistemas educativos precisam repensar suas práticas, criando vínculos entre a cultura do aluno e a cultura escolar, na busca por uma educação verdadeira, que enxergue para além das verdades simplesmente aceitas (PIAGET, 2010), com ênfase na aprendizagem e não no ensino numa perspectiva de inovação pedagógica que possibilite uma ruptura paradigmática e tendo consciência de que o “[...] conhecimento é construído por quem aprende e não por quem ensina” (FINO, 2011, p. 47).

## Sumário do capítulo

Neste capítulo tratamos, inicialmente, da crise paradigmática pela qual passam os sistemas educacionais na atualidade com a falência do modelo fabril de educação, em decorrência das mudanças resultantes da passagem da sociedade industrial para a sociedade da informação.

Destacamos que apesar do exponencial aumento do acesso às tecnologias da informação e comunicação na vida cotidiana das pessoas, a escola teima em manter o mesmo modelo educacional criado no século XIX para atender as necessidades da Revolução Industrial e que há muito já perdeu o vínculo com a realidade. Nesse cenário, enfatizamos a necessidade urgente de mudança.

Frente à crise e a urgência da mudança na educação contemporânea apresentamos a inovação pedagógica como caminho possível à ruptura paradigmática, ao passo que pode possibilitar, através de uma ação conjunta entre professor, aprendiz e instituição educativa, a criação de ambientes que valorizem a aprendizagem ao invés do ensino.

Diante da importância da aprendizagem neste trabalho, buscamos, de forma simplificada, entender o processo de aprendizagem por meio das propostas teóricas formuladas e estudadas nos últimos tempos, desde os primeiros estudos empíricos da psicologia comportamental que definiram a aprendizagem como mudança de comportamento.

A viagem pelas teorias da aprendizagem nos levou desde as propostas que defendem ser a aprendizagem algo moldado por fatores externos, como os comportamentalistas e behavioristas, até aquelas que afirmam ser a aprendizagem resultado da construção pessoal, ideias defendidas por cognitivistas, construtivistas, sócio-construtivistas e construcionistas.

Exploramos ainda ideias mais recentes, como o conectivismo proposto por George Siemens nos primeiros anos do século XXI, que em meio a grandes polêmicas no mundo acadêmico sobre ser ou não uma teoria da aprendizagem, defende que o conhecimento é distribuído através de redes de indivíduos e de tecnologia, sendo a aprendizagem o produto da conexão e do acesso a essas redes.

Por fim, exploramos o Clube de Astronomia Vega, objeto do presente estudo, enquanto ambiente de aprendizagem emergente, à medida que busca proporcionar uma abordagem interativa e coparticipativa dos membros na área de astronomia, e onde muitas das práticas desenvolvidas são de co-investigação com apoio da tecnologia, o que abre espaço a práticas pedagógicas que diferem do modelo estabelecido nos sistemas educativos tradicionais.



## **PARTE II – ESTUDO EMPÍRICO**

## CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Quando pretendemos ir a algum lugar no qual nunca fomos é recomendável planejar a viagem. Uma das primeiras preocupações que surgem é como chegar ao local pretendido. Para diminuir o risco de nos perder pelo caminho geralmente buscamos indicações em diferentes fontes sobre qual o melhor percurso a seguir. A partir das informações que conseguimos, traçamos a rota que consideramos mais viável para se chegar ao destino desejado.

Da mesma maneira, ao planejarmos uma pesquisa devemos traçar caminhos (métodos) que nos possibilite percorrer o percurso investigativo e chegar ao lugar desejado (resultados). Para isso, dialogamos com aqueles que já percorreram esse trajeto, colhendo o máximo de informações disponíveis para que possamos definir o itinerário que melhor viabilize alcançar os objetivos projetados.

O caminho percorrido no presente estudo teve início com o diagnóstico de um problema, a questão inicial, a partir do qual delimitamos o percurso investigativo (QUIVY & CAMPENHOUDT, 2005; BENTO, 2011). Sendo assim, esta pesquisa partiu da seguinte questão: “Existe inovação nas práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega?”. Na busca por respondê-la foram definidos os objetivos da investigação e os procedimentos metodológicos, incluindo os instrumentos de coleta e análise dos dados (SAVIANI, 1991). Essa primeira etapa da pesquisa corresponde ao que Lüdke e André (2013) definem como fase de exploração.

Logo, sendo este um estudo desenvolvido em um ambiente educacional e tendo como objetivo principal “analisar, à luz da inovação pedagógica, enquanto ruptura paradigmática, as práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega”, a metodologia escolhida para nortear este caminho investigativo foi uma pesquisa de natureza qualitativa substanciada por meio da etnografia, em especial pela etnografia da escola, nos termos de Lapassade (1992).

Esta opção metodológica possibilitou buscar um entendimento do fenômeno estudado *in loco* a partir da visão de seus participantes, bem como permitiu a este pesquisador mergulhar no cotidiano dos sujeitos da pesquisa, ouvir suas vozes e fazer uma leitura da

forma mais fidedigna possível de suas realidades, considerando que a etnografia se preocupa com as pessoas – quem são, como se comportam e como interagem entre si e com o ambiente –, com toda sua gama de valores, crenças, motivações, frustrações e perspectivas, e como tudo isso pode mudar através do tempo ou em situações diferentes (SOUSA, 2000a; WOODS, 2005). Ou seja, a etnografia busca descrever uma cultura (SPRADLEY, 1979), por meio de um olhar muito próximo e de dentro (LAPASSADE, 1992; ANDRÉ, 1997; SOUSA, 2004; FINO, 2008b).

Frente à tipologia escolhida para o estudo e às características do contexto de investigação precisávamos de instrumentos de coleta de dados que atendessem aos princípios de uma pesquisa etnográfica – coleta de dados pelo próprio investigador, *in situ* e realizada em contextos cotidianos não limitados por um projeto fixo e tampouco especificado *a priori* (WOLCOTT, 1975; FIRESTONE & DAWSON, 1981; HAMMERSLEY, 1990). Segundo Lüdke e André (2013), esta segunda etapa da pesquisa caracteriza-se como fase da decisão.

Sendo assim, adotamos como instrumentos de coleta de dados a observação participante, com anotações em diário de campo; a entrevista etnográfica, com o registro em áudio; e a análise de documentos (SPRADLEY, 1979; BOGDAN & BIKLEN, 1982; ADLER & ADLER, 1987; LAPASSADE, 1991, 1992, 2005; MACEDO, 2010; SOUSA, 2004; ANDRÉ, 2012; LÜDKE & ANDRÉ, 2013). O processo de análise dos dados – terceiro estágio da pesquisa ou etapa da descoberta (LÜDKE & ANDRÉ, 2013) – se deu de forma indutiva e interpretativa, originando categorias e subcategorias, apresentadas no Capítulo 5 dessa investigação.

Por fim, tão importante para o estudo quanto escolher bons procedimentos metodológicos e desenvolver uma boa coleta de informações é garantir a validação dos dados coletados e manter a credibilidade em todo o caminhar investigativo, processo este diretamente relacionado com a habilidade do pesquisador em lidar com mudanças durante as várias fases da pesquisa (FINO, 2008b; COUTINHO, 2008).

## 4.1. Contextualização da investigação

### 4.1.1. Definição do problema, questões e objetivos da investigação

Um problema de investigação é, passe a redundância, um problema que alguém gostaria de investigar. [...] Na educação, os investigadores focam-se em condições que desejariam melhorar, dificuldades que querem ver eliminadas e questões para as quais querem obter respostas.

António Maria Veloso Bento

Toda investigação tem como ponto de partida o diagnóstico de um problema, o qual norteia o desenvolvimento da pesquisa. Um bom problema de investigação deve identificar as principais características da população a ser estudada de forma concisa e informativa (BENTO, 2011). Normalmente o problema de investigação é proposto por meio de uma questão inicial que possa servir de base para o desenvolvimento da pesquisa a partir da exploração de elementos encontrados no percurso investigativo.

Segundo Quivy e Campenhoudt (2005), essa questão inicial de investigação deve possuir três qualidades fundamentais: a) clareza, para permitir a precisão e concisão na coleta de dados e na análise dos resultados; b) exequibilidade, uma vez que a investigação precisa ser realista, executável, algo possível de ser realizada; e c) pertinência, pois os registros explicativos, normativos e preditivos devem ser relevantes ao propósito investigado. Bento (*Op. cit.*), por sua vez, acrescenta uma quarta qualidade à tríade apresentada: a ética, visto que a pesquisa não deve afetar de forma negativa o indivíduo investigado, a sociedade ou a natureza.

Saviani (1991), por sua vez, acrescenta que para o desenvolvimento de uma investigação completa e com resultados confiáveis, o pesquisador deve seguir uma sequência de procedimentos, que tem início com

[...] a escolha do tema, a formulação do problema, a delimitação do objeto assim como o estabelecimento da metodologia e respectivos procedimentos de análise, redigindo, em consequência, o texto correspondente com uma estrutura lógica adequada à compreensão plena, por parte dos leitores, do assunto tratado (SAVIANI, 1991, p. 163).

Com base nessas considerações e sendo a problemática desta pesquisa investigar e analisar, sob a óptica da inovação pedagógica, as práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega, tivemos, como ponto de partida, o seguinte problema a ser investigado: “Existe inovação nas práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega”?

Dessa maneira, pretendeu-se investigar um ambiente de aprendizagem particular, a partir das dinâmicas desenvolvidas pelos participantes da pesquisa e, com isso, buscamos perceber o que ali acontecia e se aquele contexto educacional respondia à nossa questão de investigação.

Definido o problema inicial, surgiram questões subsequentes que, colocadas de maneira que necessitavam coleta de dados para as suas respostas, ditaram os rumos dos eixos temáticos para análise da investigação (AFONSO, 2005). Sendo assim, colocamos como questões específicas:

- Que atividades são processadas no Clube de Astronomia Vega?
- Quem são e quais os interesses dos atores envolvidos nas atividades realizadas no Clube de Astronomia Vega?
- Diante das práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia, como se dá a construção do conhecimento?
- Como é que diferentes configurações entre orientadores e aprendizes perspectivam uma ruptura paradigmática?
- Em que medida o ambiente pesquisado origina práticas pedagógicas inovadoras?
- A educação em astronomia contribui para uma aprendizagem que se faça significativa para os aprendizes?

Definidas as questões, pretendemos, no transcorrer do nosso trabalho investigativo, atingir o seguinte objetivo geral:

- Analisar, à luz da inovação pedagógica, enquanto ruptura paradigmática, as práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega.

Como auxiliar para alcançarmos este objetivo geral, tivemos como objetivos específicos:

- Caracterizar inovação pedagógica enquanto ruptura paradigmática.

- Observar e analisar, com um olhar etnográfico, as práticas pedagógicas que se desenvolvem no Clube de Astronomia Vega.
- Verificar se as dinâmicas que ocorrem entre os participantes do Clube podem se constituir numa ferramenta auxiliar na aprendizagem.
- Identificar o grau de autonomia dos participantes da pesquisa no transcorrer das atividades observadas.

Delimitados as questões e os objetivos da investigação procuramos compreender e interpretar, da forma mais fidedigna possível, as práticas pedagógicas observadas, buscando entender as interações, processos e dinâmicas que levam à aprendizagem. Para tanto, procuramos descrever o cotidiano do Clube e registrar tudo quanto possível.

#### **4.1.2. Justificativa da investigação**

É a partir das nossas relações dentro das comunidades que surgem nossas construções do mundo.

Kenneth Gergen

O embrião dessa investigação foi gerado quando, por intermédio de um projeto de iniciação científica, entramos em contato com as práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega e verificamos a existência do que nos pareceu uma conduta pedagógica diferenciada.

Com graduação em ciências naturais sempre nutri um carinho especial pela astronomia e áreas afins e confesso que pesquisar um ambiente onde a educação em astronomia, tão negligenciada nos contextos escolares brasileiros, pode estar causando uma ruptura no modelo tradicional de educação foi um incentivo ao início do estudo.

Investigar ambientes educacionais nos quais os discentes são construtores de seu próprio conhecimento, a partir de suas experiências pessoais, com base no diálogo, na reflexão e na partilha é outro fator que nos encorajou nesse caminhar investigativo, pois, tal como Fino (2008a) acreditamos que as transformações na educação acontecem local

e internamente por meio da atuação de seus atores e que a aprendizagem é efetivada pelo somatório dos conhecimentos adquiridos em ambiente escolar e extraescolar.

Sabemos que frente às pressões do sistema educacional, com seu currículo engessado e sua forte burocratização, algumas mudanças educacionais ficam restritas ao que Macedo (1998) chamou de “realidades escondidas”, e são justamente esses ambientes que podem estar causando uma quebra de paradigma e se constituindo como uma inovação pedagógica.

Portanto, em nossa investigação, buscamos adentrar nessas realidades e, ao investigar as práticas pedagógicas desenvolvidas nesse ambiente, ter a sensibilidade, enquanto pesquisador etnográfico, de averiguar se estas práticas estão sendo significativas a ponto de causarem uma descontinuidade no modelo tradicional de educação.

É verdade que o sistema educacional vigente, alicerçado em um modelo de sociedade industrial do século XIX, ainda opera práticas concebidas para atender necessidades modernas que não mais condizem com a sociedade pós-moderna atual (HARGREAVES, 1998). Sendo assim, chamou-nos a atenção à possibilidade de investigar práticas que vão além da mera reprodução de modelos prontos em um mundo cada vez mais dinâmico, interativo e tecnológico.

Partindo dessa premissa, a presente investigação procurou percorrer caminhos metodológicos que levem ao entendimento das práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega, procurando perceber se os aprendizes são construtores do próprio conhecimento ou apenas receptores de informações e reprodutores de conceitos prontos.

Nesse sentido, a realização de uma investigação nessa área pode contribuir para uma reflexão crítica em relação ao modo como a educação em astronomia está inserida nas práticas pedagógicas atuais, embora tenhamos consciência de que os resultados desse estudo não se constituíram como verdades absolutas, mas como forma de expor a realidade investigada mais fielmente possível.

Por fim, considerando a afirmação de McLuhan (1974, p. 21) de que “o meio é a mensagem, porque é o meio que configura e controla a proporção e a forma das ações e associações humanas”, investigamos a realidade do meio no qual os atores participantes

do nosso estudo agiam, esperando que este meio, por expor a realidade em seus pormenores, ajudasse-nos a definir se a inovação pedagógica se fazia ou não presente nas práticas pedagógicas que se desenvolviam no Clube de Astronomia pesquisado.

#### 4.1.3. *Locus do estudo*

Um lugar permite ao mundo realizar a oportunidade de uma história que ao se realizar muda, transforma, determina a ação; é onde os homens estão juntos vivendo, sentindo, pensando, pulsando e que tem a força da presença do homem, mesmo que o moderno imponha o efêmero.

Roberto Sidnei Macedo

O estudo que se apresenta foi realizado no Clube de Astronomia Vega que faz parte das atividades científicas do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) – *Campus* Pesqueira, localizado na BR 232, Km 214, Loteamento Portal, Pesqueira, Pernambuco, Brasil.

Para a melhor compreensão possível do contexto e as suas interações, foram observadas 35 (trinta e cinco) sessões do Clube de Astronomia Vega, no período que decorreu entre maio de 2017 (dois mil e dezessete) até abril de 2018 (dois mil e dezoito), seguindo a agenda do Clube.

Durante esse período, registou-se, através de observação participante com notas de campo, fotografias, entrevistas etnográficas com gravação de áudio, diálogos informais e recolha de documentos, tudo que consideramos passível de ser registrado e poderia vir a ter relevância para o estudo.

Em se tratando de ambiente, o Clube de Astronomia Vega conta com uma sala própria para atividades e reuniões, cedida pelo IFPE – *Campus* Pesqueira, nas dependências dessa instituição, onde acontece a maioria das sessões, salvo quando há observações noturnas e os membros se reúnem ao ar livre.

Trabalha-se sem a rigidez das tradicionais salas de aula, tanto no planejamento das atividades quanto no seu desenvolvimento, passando pela organização do espaço físico



que não segue os padrões hierarquizados comumente utilizados. Aprendizes e orientador mantêm conversas informais sobre as pesquisas e os projetos em desenvolvimento, discutindo, planejando e refazendo-os quando necessário.

O Regimento Interno do Clube de Astronomia Vega estabelece alguns objetivos que procuram nortear as atividades desenvolvidas no dia-a-dia do Clube:

- Incentivar os estudantes a divulgar os conhecimentos de Astronomia básica na instituição e na comunidade, bem como possibilitar aos membros acesso a outras áreas do conhecimento;
- Promover o desenvolvimento do espírito científico;
- Despertar nos membros e no público em geral o interesse pela Ciência;
- Facilitar o aprendizado das matérias científicas;
- Preparar os estudantes, membros ou alunos de escolas públicas, para a evolução científica do mundo contemporâneo;
- Divulgar e popularizar a Astronomia entre a população.

(In: Regimento Interno do Clube de Astronomia Vega, S. d., ANEXO 4)

O mesmo documento estabelece ainda que, para uma melhor execução dos objetivos propostos, podem ser adotadas algumas ações complementares, tais como:

- Promover estudos que visem à investigação e a divulgação da astronomia;
- Publicar informações, em diferentes meios, sobre as atividades e projetos desenvolvidos no clube;
- Apoiar, quando solicitado ou por iniciativa própria, a divulgação da astronomia;
- Participar, realizando ou apoiando, palestras, feiras e seminários sobre astronomia.

(In: Regimento Interno do Clube de Astronomia Vega, S. d., ANEXO 4)

#### 4.1.4. Participantes

Todo sujeito é potencialmente não somente ator, mas autor, capaz de computação, cognição, escola e decisão.

Roberto Sidnei Macedo

Os participantes deste estudo foram os membros (aprendizes e orientador) do Clube de Astronomia Vega que se encontra sediado Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) – *Campus* Pesqueira, localizado na BR 232, Km 214, Loteamento Portal, Pesqueira, Pernambuco, Brasil.

No período da investigação participaram deste Clube 08 (oito) aprendizes, com idades compreendidas entre 19 (dezenove) e 27 (vinte e sete) anos. Todos são alunos do curso de Física do próprio Instituto Federal – *Campus* Pesqueira.

Para orientar as atividades havia, na ocasião do estudo, um orientador, que é funcionário do Instituto e foi um dos fundadores do Clube quando ainda estudante<sup>107</sup>.

#### 4.1.5. Acesso ao campo de investigação

O importante em primeiro lugar é a instalação de confiança. A principal tarefa neste momento é construir relacionamentos.

Georges Lapassade

O acesso ou entrada<sup>108</sup> no campo de pesquisa é, como afirmam Bogdan e Biklen (1982; 1994), o primeiro obstáculo com o qual o pesquisador se depara. Lapassade (1992) esclarece que, nesse primeiro momento, o mais importante é estabelecer boas relações, evitando, em princípio, registros de notas e uso de gravador, uma vez que, “*si les gens*

---

<sup>107</sup> Cf. Capítulo 2, Tópico 2.5.4.1.

<sup>108</sup> Segundo Lapassade (1992, p. 71) esse termo “entrada” tanto designa a permissão formal de acesso quanto diz respeito ao momento em que é adquirida a confiança dos membros que aceitam se abrir ao pesquisador.

*n'ont pas confiance quant à l'utilisation ultérieure des observations faites chez eux, s'ils ne sont pas assurés que le secret de leurs déclarations sera garanti, tout sera bloqué*”<sup>109</sup> (LAPASSADE, 1992, p. 26).

Há que se construir confiança recíproca, pouco importando o quanto o pesquisador seja familiar ou não em relação aos sujeitos do estudo. É necessário estabelecer claramente, desde o início, que a pesquisa visa compreender a situação como ela se apresenta, e que as pessoas jamais serão incomodadas ou prejudicadas nos seus afazeres e relações, exceto se houver uma demanda vinda dos membros do grupo envolvido na pesquisa (MACEDO, 2010, p. 148).

A qualidade dos dados coletados e dos resultados alcançados em uma pesquisa de natureza etnográfica podem ser (e frequentemente é) influenciada pelo tipo de acesso ao campo de pesquisa conquistado no início da investigação, uma vez que um estudo em meios educacionais requer um minucioso, detalhado e denso acesso ao local, aos autores a as situações cotidianas de práticas pedagógicas (MACEDO, 2010).

Uma boa negociação inicial facilita a aceitação do pesquisador pela comunidade estudada e o acesso a sua cultura numa perspectiva de dentro para fora, além de facilitar a coleta de dados, e isso, em uma pesquisa de natureza etnográfica, mostra-se não apenas necessária, mas essencial (AGROSINO, 2009), tendo em vista em que “desde os contatos iniciais com os participantes, o observador deve-se preocupar em se fazer aceito, decidindo o quão envolvido estará nas atividades e procurando não ser identificado com nenhum grupo particular” (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, p. 17).

No entanto, mesmo já tendo sido aceito e com o processo de confiança consolidado Macedo (2010) alerta que o pesquisador tem que se manter atento para não ser seduzido por interesses ideológicos que se mostram presentes em ambientes educativos. Manter o foco, a ética, a honestidade, a empatia, a franqueza, despojar-se de vaidades acadêmicas e se mostrar sensível à cultura que investiga parece ser um caminho capaz de facilitar o acesso do pesquisador ao campo, a confirmação da confiança e garantir um pesquisa válida e fiável. Segundo esse autor

Parece-nos importante salientar que antes mesmo do acesso ao campo de pesquisa, é necessário se construir vínculos com pessoas capazes de mediar encontros, viabilizar o acesso, assim como trabalhar os possíveis choques culturais que poderão existir nos primeiros contatos. Informa-se em detalhe

---

<sup>109</sup> Se as pessoas não estão confiantes sobre o futuro uso de observações em si mesmas, se eles não estão certos de que o segredo de suas declarações garante que tudo será bloqueado. (Tradução nossa).

sobre o contexto da pesquisa nunca é uma recomendação insignificante no que se refere à construção de uma etnopesquisa (MACEDO, 2000, p. 149).

Em se tratando do presente estudo, a autorização para o início da investigação se deu, inicialmente, por meio de conversas informais com o orientador do Clube de Astronomia e o diretor do Instituto Federal de Educação que o abriga. Na sequência, foi redigido e entregue ao Diretor do Instituto Federal – *Campus* Pesqueira, um documento com pedido formal de autorização do estudo (APÊNDICE A). A autorização para a realização da pesquisa foi deferida através do Ofício nº 068/2017-DGCP (ANEXO 1). Também foram solicitadas autorizações aos participantes do Clube de Astronomia Vega – orientador e aprendizes (APÊNDICE B) –, no sentido de poderem ser registadas fotografias e entrevistas no transcorrer da pesquisa. Não houve problemas nessa fase e as autorizações foram prontamente deferidas (ANEXOS 2 e 3).

No entanto, mesmo com todas as autorizações, sempre tivemos em mente que a

*[...] permission to conduct the study involves more than getting an official blessing. It involves laying the groundwork for good rapport with those with whom you will be spending time, so they will accept you and what you are doing*<sup>110</sup> (BOGDAN & BIKLEN, 1982, p. 85).

Ainda porque

A sondagem etnográfica implica geralmente uma negociação de acesso ao campo. Mas quando se negocia o acesso ao campo, já se está no campo. Ao mesmo tempo, é preciso sempre renegociar tal “acesso”. A relação com as pessoas deve ser constantemente negociada e renegociada ao longo da pesquisa e não apenas uma vez. Nada é jamais conseguido de forma definitiva e global. Problemas práticos são levantados desde o primeiro encontro [...] (LAPASSADE, 2005, p. 70, destaque do autor).

Sendo assim, a imersão no campo de investigação se constituiu em uma interação desse pesquisador com os participantes do estudo e suas interações cotidianas nas mais diversas situações sociais e pedagógicas, levando em conta a capacidade de observação e renegociação constante no decorrer da pesquisa e assumindo um grau de implicação de observador participante periférico e, por vezes, desempenhando o papel de observador participante ativo, nos termos definidos por Adler e Adler (1987) e ratificados por Lapassade (1992).

---

<sup>110</sup> [...] a permissão para conduzir o estudo envolve mais do que receber uma bênção oficial. Envolve estabelecer as bases para um bom relacionamento com aqueles com quem você estará gastando tempo, para que eles aceitem você e o que você está fazendo. (Tradução nossa).

## 4.2. Opções metodológicas

As abordagens qualitativas propiciam descrever a complexidade de problemas e hipóteses, bem como analisar a interação entre variáveis, compreender e classificar determinados processos sociais, oferecer contribuições ao processo das mudanças, criação ou formação de opiniões de determinados grupos e interpretação das particularidades dos comportamentos ou atitudes dos indivíduos.

Maria Marly de Oliveira

Considerando que a presente pesquisa foi realizada em um ambiente educacional e teve como foco central investigar o modo como se processam as práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega, a metodologia escolhida para nortear este caminho investigativo foi uma pesquisa qualitativa substanciada por meio da etnografia.

O detalhamento dos procedimentos metodológicos inclui a indicação e justificação do paradigma que orienta o estudo, as etapas de desenvolvimento da pesquisa, a descrição do contexto, o processo de seleção dos participantes e o instrumental de coleta e análise dos dados, os recursos utilizados para maximizar a confiabilidade dos resultados e o cronograma (ALVES-MAZOTTI, 2001, p. 159).

Para Lüdke e André (2013, p. 15), “a natureza dos problemas é que determina o método, isto é, a escolha do método se faz em função do tipo de problema estudado”. Assim, segundo as autoras, o pesquisador deve considerar três etapas na sua investigação:

a) **exploração** – a primeira etapa da pesquisa envolve a definição do problema, a escolha do local onde será realizada a investigação e as negociações para acesso ao campo de pesquisa. Nessa fase também podemos incluir as primeiras observações, que têm por objetivo um reconhecimento prévio sobre o fenômeno investigado e possibilitam levantar algumas questões relevantes ao estudo que lhe serão úteis nas etapas seguintes;

b) **decisão** – nesse segundo momento o pesquisador precisa começar a coletar os dados que considera mais relevantes para interpretar o fenômeno investigado. Ora, como a pesquisa de natureza etnográfica busca descobrir e entender as interações dos participantes entre si, com o ambiente e com o pesquisador, a coleta de dados deve girar em torno dessa tríade de relações. No entanto, dependendo da evolução das teorias emergentes durante a pesquisa, os tipos de dados coletados podem mudar no percurso.

c) **descoberta** – esta terceira etapa da pesquisa consiste na descrição do fenômeno estudado por meio da explicação da realidade. Neste estágio ocorre o desenvolvimento de teorias, as quais já vinham sendo preparadas no transcorrer do estudo, dentro de um quadro conceitual onde o fenômeno investigado possa ser interpretado e entendido em sua plenitude. Faz-se importante lembrar que, para que se possa fluir naturalmente por cada etapa do estudo, devem-se escolher procedimentos metodológicos que supram todas as fases da pesquisa.

Dessa maneira, enveredamos por esses caminhos metodológicos na busca por analisar os sujeitos envolvidos na investigação em seu cotidiano, percebendo os fenômenos existentes nesse ambiente educacional e tentando desvendar seus significados, considerando as práticas pedagógicas desenvolvidas, a interação entre os pares e destes com o meio. Nesse sentido, Macedo (2010) esclarece que “ao perceber o fenômeno, tem-se que há um correlato e que a percepção não se dá num vazio, mas em um estar-com-o-outro” (MACEDO, 2010, p.16).

#### 4.2.1. Uma pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa leva em consideração que os pontos de vista, e as práticas no campo são diferentes devido às diversas perspectivas e contextos sociais a eles relacionados.

Uwe Flick

No final do século XIX os cientistas sociais começaram a defender a necessidade de explicar, para além dos dados quantitativos, os significados presentes no ambiente de investigação, questionando a utilização dos métodos de pesquisa das ciências naturais e físicas como modelo para estudos relacionados aos fenômenos sociais e humanos.<sup>111</sup>

---

<sup>111</sup> Nas últimas décadas do século XIX, os movimentos de urbanização e imigração começaram a originar, nos Estados Unidos, vários problemas nas cidades crescentes, dando origem a “levantes sociais”. Para estudar e entender esses levantes, os pesquisadores americanos começaram a se integrar aos grupos sociais que pretendiam investigar. Em 1892 Albion Woodbury Small (1854-1926) fundou o Departamento de Sociologia da Universidade de Chicago, a “Escola de Chicago”, cujas pesquisas davam importância à interação entre o contexto social e os indivíduos, com valorização do trabalho de campo (*fieldwork*). Na França, Frédéric LePlay (1806-1882) desenvolvia estudos com famílias da classe

Esses questionamentos fizeram emergir, no meio científico, questões de natureza epistemológica e filosófica, como o debate entre objetividade e subjetividade e a importância e veracidade dos resultados da pesquisa. Surgia nessa época às bases para a pesquisa qualitativa como a conhecemos hoje (ANDRÉ, 2012). Nesse sentido,

As alternativas apresentadas pelas análises chamadas qualitativas compõem um universo heterogêneo de métodos e técnicas, que vão desde a análise de conteúdo com toda sua diversidade de propostas, passando pelos estudos de caso, pesquisa participante, estudos etnográficos, antropológicos, etc. (GATTI, 2001, p. 73).

É uma abordagem de pesquisa que tem suas raízes teóricas na fenomenologia, que, como todos sabemos, compreende uma série de matizes. É, portanto, a concepção idealista-subjetiva ou fenomenológica de conhecimento que dá origem à abordagem qualitativa de pesquisa, na qual também estão presentes as ideias do interacionismo simbólico, da etnometodologia e da etnografia<sup>112</sup> [...] (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, pp. 17-18).

Assim, por proporcionar diferentes maneiras de identificar as verdadeiras concepções e compreensões humanas presentes em um ambiente investigado e por acolher uma diversidade de métodos a pesquisa qualitativa por vezes é definida como pesquisa interpretativa. De fato, “*all research requires interpretations, and, in fact, human behavior requires interpretation minute by minute*”<sup>113</sup>, (STAKE, 2010, p. 11).

A utilização da pesquisa qualitativa em educação tem origens antropológicas. O antropólogo norte-americano Franz Boas (1858-1942), em um artigo publicado em 1898, escreve, pela primeira vez, sobre antropologia e educação, no qual aborda o conceito de cultura e relação desta com a educação. Com isso, Boas (1943) inaugura uma nova vertente no pensamento antropológico ao valorizar a história singular de cada grupo no contexto natural dos sujeitos, ou seja, a cultura de cada indivíduo ou grupo.

---

trabalhadora utilizando um método designado de “observação”, mais tarde chamado de “observação participante”. Estes movimentos, entre outros da época, contribuíram enormemente para o desenvolvimento do método investigativo que chamamos qualitativo (BOGDAN & BIKLEN, 1994).

<sup>112</sup> Faz-se importante abrir um parêntese para caracterizar rapidamente as tendências que deram origem à pesquisa qualitativa: a **fenomenologia** focaliza nos aspectos mais subjetivos do comportamento humano, buscando adentrar no universo conceitual dos indivíduos para poder entender suas interações sociais; o **interacionismo simbólico** considera que toda experiência humana pode ser mensurada pela interpretação das interações interpessoais e sociais dos indivíduos; a **etnometodologia** procura entender a realidade dos atores sociais por meio do estudo dos “métodos” que estes atores utilizam para estruturar e compreender seu cotidiano (LÜDKE & ANDRÉ, 2013; MACEDO, 2010). Sobre **etnografia** consultar o próximo tópico deste estudo (Cf. Capítulo 4, Tópico 4.2.2.).

<sup>113</sup> Toda investigação requer interpretações e, na verdade, o comportamento humano requer interpretação minuto a minuto. (Tradução nossa).

Boas (2010) define cultura como sendo a

[...] totalidade das reações e atividades mentais e físicas que caracterizam a conduta dos indivíduos que compõem um grupo social, coletiva e individualmente, em relação ao seu ambiente natural, a outros grupos, a membros do mesmo grupo e de cada indivíduo para consigo mesmo (BOAS, 2010, p. 113).

Apesar de ressaltar os elementos acima mencionados para o entendimento de uma cultura o autor enfatiza que eles não são suficientes para um entendimento cultural em profundidade, pois até entre os animais podemos encontrar tais relações sociais. Dessa maneira, enfatiza a importância das habilidades linguísticas e outras relações mais intrínsecas do ser humano no campo psicológico, simbólico, de adaptação ao ambiente e processo educativo, ampliando o leque de possibilidades para interpretação de culturas e introduzindo a ideia de uma “etnociência” (*Idem*).

Além disso, Boas (*Op. cit.*) critica a análise comparativa, comumente usada até então, como método exclusivo para se estudar uma cultura, defendendo o relativismo cultural e a singularidade de manifestações e costumes presentes em cada cultura, o que torna difícil um estudo comparativo e necessidade de estudar os grupos humanos a partir de uma visão microsociológica, visto que

A sobrevivência da cultura depende da ação do grupo social defendendo os seus valores e procedimentos das ameaças de transformação oriundas do ambiente externo (outras culturas, novas ideias, novos hábitos e comportamentos, por exemplo). O processo de manutenção da cultura não é estático. No entanto, ele sobrevive por meio de processos de assimilação do que é sentido como essencial à sua continuidade e da exclusão de comportamentos que já não satisfaçam aos interesses do grupo (KENSKI, 1997, p. 148).

O pensamento de Boas (2010) juntamente com o desenvolvimento, na primeira metade do século XX, dos métodos de investigação da “Escola de Chicago”, do surgimento da Sociologia da Educação, da Antropologia Interpretativa de Malinowski<sup>114</sup> e das pesquisas de Margaret Mead<sup>115</sup>, firmavam-se as bases para a aplicação da investigação qualitativa em educação (BOGDAN & BIKLEN, 1994).

---

<sup>114</sup> O polonês radicado nos EUA Bronisław Kasper Malinowski (1884-1942) foi o primeiro antropólogo a descrever detalhadamente o trabalho de pesquisa de campo. Ao enfatizar a importância de conhecer a partir do ponto de vista do nativo, estabeleceu as bases da antropologia interpretativa (WAX, 1971).

<sup>115</sup> A antropóloga cultural norte-americana Margaret Mead (1901-1958) desenvolveu, em finais da década de 1940, as primeiras aplicações concretas da antropologia à educação ao pesquisar como contextos particulares exigiam professores específicos e a integração destes com os estudantes (GORDAN, 1976).



No entanto, a pesquisa qualitativa só começou a ganhar verdadeiramente espaço na educação na década de 1960 impulsionada pela evolução das ideias democráticas iniciadas ao redor do mundo por vários movimentos sociais e que defendiam, entre outras bandeiras, a igualdade de direitos e de valorização do ponto de vista de todos. Segundo Bogdan e Biklen (1982; 1994), nessa época os pesquisadores qualitativos da educação passaram a valorizar os pontos de vista daqueles que nunca se sentiram valorizados ou representados. Os métodos de pesquisa qualitativa representaram uma espécie de impulso democrático em ascensão. Este ambiente renovou o interesse em métodos qualitativos, criando a necessidade de mentores mais experientes desta abordagem de pesquisa, e abrindo o caminho para o crescimento e desenvolvimento metodológico nessa área.

Bogdan e Biklen (1982) consideram que toda investigação qualitativa apresenta traços em comum, e que, embora todos os estudos não exibam todos os traços, podendo faltar um ou até dois destes, são estas características que os tornam qualitativos. Partindo desse princípio, os autores nos apresentam cinco características básicas presentes neste tipo de estudo:

**1. Naturalistic.** *Qualitative research has actual settings as the direct source of data and the researcher is the key instrument. The word naturalistic comes from ecological approaches in biology. Researchers enter and spend considerable time in schools, families, neighborhoods, and other locales learning about educational concerns. [...]*

**2. Descriptive Data.** *Qualitative research is descriptive. The data collected take the form of words or pictures rather than numbers. The written results of the research contain quotations from the data to illustrate and substantiate the presentation. The data include interview transcripts, fieldnotes, photographs, videotapes, personal documents, memos, and other official records. [...]*

**3. Concern with Process.** *Qualitative researchers are concerned with process rather than simply with outcomes or products. How do people negotiate meaning? How do certain terms and labels come to be applied? How do particular notions come to be taken as part of what we know as "common sense"? [...]*

**4. Inductive.** *Qualitative researchers tend to analyze their data inductively. They do not search out data or evidence to prove or disprove hypotheses they hold before entering the study; rather, the abstractions are built as the particulars that have been gathered are grouped together. [...]*

**5. Meaning.** *"Meaning" is of essential concern to the qualitative approach. Researchers who use this approach are interested in how different people make sense of their lives. In other words, qualitative researchers are concerned with what are called participant perspectives [...]*<sup>116</sup> (BOGDAN & BIKLER, 1982, pp. 4-7, destaques dos autores).

---

<sup>116</sup> **1. Naturalista.** A pesquisa qualitativa tem configurações reais como fonte direta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. A palavra naturalista vem das abordagens ecológicas em biologia. Os

Em outras palavras, uma pesquisa qualitativa deve focar em obter dados descritivos no ambiente natural de investigação e através do contato direto do pesquisador com a situação pesquisada englobando toda a plenitude de processos sociais existentes, se preocupando mais com o produto do que com o processo e valorizando a perspectiva dos participantes (LÜDKE & ANDRÉ, 2013).

Nesse sentido, remetendo-se a presente pesquisa, através da qual procuramos estudar como se desenvolvem as práticas pedagógicas no Clube de Astronomia Vega, a partir da percepção de seus participantes (orientador e aprendizes), as características descritas por Bogdan e Biklen (*Op. cit.*) se fizeram notar desde as primeiras fases da investigação, baseando-se numa ontologia relativista e numa epistemologia subjetiva e dialógica.

Essa visão onto-epistemológica nos proporcionou um caminho para compreender a realidade investigada, à medida que se produziam conhecimentos sobre essa realidade. Conhecimentos estes construídos pelos sujeitos em interação – os participantes da pesquisa e esse pesquisador, que passara a fazer parte daquela realidade, pois consideramos que “a subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões do pesquisador sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões e sentimentos, tornam-se dados em si mesmos [...]” (FLICK, 2009, p. 25).

Em se tratando de métodos,

A pesquisa qualitativa não se baseia em um conceito teórico e metodológico unificado. Diversas abordagens teóricas e seus métodos caracterizam as discussões e a prática da pesquisa. Os pontos de vista subjetivos constituem

---

pesquisadores entram e passam um tempo considerável nas escolas, famílias, bairros e outros locais aprendendo sobre questões educacionais. [...]

**2. Dados descritivos.** A pesquisa qualitativa é descritiva. Os dados coletados tomam a forma de palavras ou imagens em vez de números. Os resultados escritos da pesquisa contêm citações dos dados para ilustrar e comprovar a apresentação. Os dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, fitas de vídeo, documentos pessoais, memorandos e outros registros oficiais. [...]

**3. Preocupação com o Processo.** Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo, em vez de simplesmente com resultados ou produtos. Como as pessoas negociam o significado? Como é que certos termos e rótulos são aplicados? Como as noções particulares são tomadas como parte do que conhecemos como “senso comum”? [...]

**4. Indutivo.** Pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente. Eles não pesquisam dados ou evidências para provar ou refutar hipóteses que mantêm antes de entrar no estudo, em vez disso, as abstrações são criadas à medida que os detalhes que foram reunidos são agrupados. [...]

**5. Significado.** “Significado” é uma preocupação essencial para a abordagem qualitativa. Os pesquisadores que usam essa abordagem estão interessados em como diferentes pessoas fazem sentido de suas vidas. Em outras palavras, os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o que se chama perspectiva participante [...]. (Tradução nossa).

um primeiro ponto de partida. Uma segunda corrente de pesquisa estuda a elaboração e o curso das interações, enquanto uma terceira busca reconstruir as estruturas do campo social e o significado latente das práticas [...]. Essa variedade de abordagens é uma consequência das diferentes linhas de desenvolvimento na história da pesquisa qualitativa, cujas evoluções aconteceram, em parte, de forma paralela e, em parte, de forma sequencial (*Idem*).

Stake (2010), por sua vez, esclarece que a pesquisa qualitativa não privilegia apenas uma prática metodológica, uma vez que abrange estratégias de pesquisa muito variadas tais como as narrativas, a fenomenologia, a etnografia e os estudos de caso, não se fundamentando em um conceito teórico e metodológico unificado, o que facilita a investigação dos diferentes pontos de vista e os diferentes contextos sociais que com eles se relacionam.

Assim, na busca por uma verificação crítica da realidade investigada, enveredamos pelo caminho da etnografia, mas especificamente pela etnografia da escola nos termos defendidos por Lapassade (1992). Este caminho nos possibilitou buscar um entendimento do fenômeno estudado *in loco* partir da visão de seus participantes, bem como permitiu a esse pesquisador mergulhar no cotidiano dos sujeitos da pesquisa, ouvir suas vozes e fazer uma leitura o mais fidedignamente possível de suas realidades.

#### 4.2.2. A etnografia como caminho

A etnografia, ao conferir outra perspectiva microssociológica e fragmentaria à educação, vem assim valorizar as “pequenas coisas”, os “pequenos mundos”, as conversas banais, o raciocínio “profano” dos atores, no fundo, a dimensão cotidiana, terrena, da vida dos alunos em concreto.

Jesus Maria Sousa

A etnografia tem suas raízes na antropologia. Etimologicamente se traduz como um estudo de grupos étnicos e seus estilos de vida – *ethnos* (povo) e *graphein* (grafia, descrição) – e se desenvolve pela observação e descrição do que as pessoas fazem e como interagem entre si, para descrever suas crenças, motivações, valores, e

perspectivas em diferentes momentos e circunstâncias. Spradley (1979, p. 3) a retrata como “[...] *the work of describing a culture*”<sup>117</sup>.

Segundo Fino (2008b) a etnografia, que se fundamenta nas experiências pessoais dos indivíduos e na participação destes em vivências cotidianas, é um recurso que possibilita a aproximação do fenômeno estudado, ou seja, “é um método de olhar de muito perto” (p. 5), e tem como instrumentos fundamentais de coleta de informações a observação, a entrevista etnográfica e os documentos, “[...] os quais, por sua vez, produzem três tipos de dados: citações, descrições e excertos de documentos, que resultam num único produto: a descrição narrativa. Esta inclui gráficos, diagramas e artefactos, que ajudam a contar ‘a história’” (*Ibidem*, pp.5-6).

Para Wolcott (1975, p. 112), “*an ethnography is, literally, an anthropologist's ‘picture’ of the way of life of some interacting human group*”<sup>118</sup>. Woods (2005) esclarece que a etnografia, com toda sua bagagem antropológica, trouxe muitas contribuições para a pesquisa educacional, na medida em que

*It is concerned with what people are, how they behave, how they interact together. It aims to uncover their beliefs, values, perspectives, motivations, and how all these things develop or change over time or from situation to situation. It tries to do all this from within the group, and from within the perspectives of the group's members. It is their meanings and interpretations that count. This means learning their language and customs with all their nuances, whether it be the crew of a fishing trawler, a group of fans on a football terrace, a gang of gravediggers, the inmates of a prison or a religious seminary, a class of five-year olds beginning school, a particular group of deviant pupils or conforming ones. These have each constructed their own highly distinctive cultural realities, and if we are to understand them, we need to penetrate their boundaries, and look out from the inside, the difficulty of which varies according to our own cultural distance from the group under study. In any event, it will mean a fairly lengthy stay among the group, first to break down the boundaries and be accepted, and second to learn the culture, much of which will be far from systematically articulated by the group*<sup>119</sup> (WOODS, 2005, pp. 4-5).

---

<sup>117</sup> [...] o trabalho de descrever uma cultura. (Tradução nossa).

<sup>118</sup> Uma etnografia é, literalmente, uma “imagem” de um antropólogo sobre o modo de vida de um grupo humano interativo. (Tradução nossa).

<sup>119</sup> Ela se preocupa com o que as pessoas são, como elas se comportam, como elas interagem em conjunto. Ela pretende descobrir suas crenças, valores, perspectivas, motivações e como todas essas coisas se desenvolvem ou mudam ao longo do tempo ou de uma situação para outra. Tenta fazer tudo isso dentro do grupo e dentro das perspectivas dos membros do grupo. São os seus significados e interpretações que contam. Isso significa aprender a língua e os costumes com todas as suas nuances, seja a tripulação de um barco de pesca, um grupo de torcedores em um terraço de futebol, uma equipe de coveiros, os internos de uma prisão ou de um seminário religioso, uma turma de cinco anos de idade começando na escola, um grupo particular de alunos divergentes ou semelhantes. Cada um deles construiu suas próprias realidades culturais altamente distintivas e, se quisermos compreendê-las,

Enquanto método de pesquisa em ciências antropológicas, a etnografia se desenvolveu ao longo do século XX, principalmente pelo trabalho de sociólogos da Escola Sociológica de Chicago, que influenciados por trabalhos de campo antropológicos (*fieldwork*), pelo trabalho social, técnicas de jornalismo investigativo bem como inspirados nos princípios do interacionismo simbólico desenvolveram as bases da etnografia como a conhecemos (LAPASSADE, 1992; MACEDO, 2000, 2010).

No entanto, somente em finais da década de 1960, em meio a movimentos sociais que reivindicavam igualdade de direitos, esse tipo de pesquisa começou a despertar interesse de investigadores que desejavam abordar a educação do ponto de vista dos participantes da ação pesquisada e retratar o que realmente se passava dentro das salas de aula e da escola (ANDRÉ, 1997), visto que

A etnografia estuda preponderantemente os padrões mais previsíveis das percepções e comportamento manifestos em sua rotina diária dos sujeitos estudados. Estuda ainda os fatos e eventos menos previsíveis ou manifestados particularmente em determinado contexto interativo entre as pessoas ou grupos. Em etnografia, holisticamente, observa-se os modos como esses grupos sociais ou pessoas conduzem suas vidas com o objetivo de revelar o significado cotidiano, nos quais as pessoas agem. O objetivo é documentar, monitorar, encontrar o significado da ação (MATOS, 2011a, p. 51).

Essa preocupação dada pela etnografia às questões sócio-culturais dos grupos estudados chamou a atenção dos pesquisadores em educação para a importância de uma análise mais cuidadosa das situações do cotidiano educacional, estreitando os laços com as práticas pedagógicas desenvolvidas nos ambientes pesquisados. Nesse contexto, a etnografia, por valorizar uma postura aberta e flexível durante a coleta de dados, possibilita ao pesquisador detectar os problemas a partir de novos ângulos (*Idem*).

Os estudos etnográficos na área educacional que tiveram seu embrião nos anos de 1960 floresceram nas décadas seguintes, através do surgimento de literatura específica e realização de pesquisas, principalmente nos Estados Unidos e na Europa, desenvolvidas com a preocupação de descrever minuciosamente as representações dos atores sociais e das atividades desenvolvidas no cotidiano escolar.

---

precisamos penetrar seus limites e olhar por dentro, cuja dificuldade varia de acordo com nossa distância cultural do grupo em estudo. Em qualquer caso, significará uma estadia bastante longa no grupo, primeiro para quebrar os limites e ser aceito, e em segundo lugar para aprender a cultura, muito da qual estará longe de ser sistematicamente articulado pelo grupo. (Tradução nossa).

Foi nessa época que Harry Wolcott (1975), na introdução de uma edição especial do jornal de antropologia “*Human Organization*” apresenta alguns critérios para delinear as abordagens etnográficas nas pesquisas educacionais. Mais tarde esses critérios foram resumidos por Firestone e Dawson (1981), os quais pela relevância aqui se reproduzem:

*First, the problem is discovered in the field. [...] The point of this criterion is that the ethnographer avoids rigidly prespecified hypotheses. Instead, the ethnographer prefers to "muddle around" in a setting, develop an understanding of the situation, and use that understanding to refine the initial research problem and formulate an interpretation. In the extreme case, the field situation may suggest an alternative problem, not anticipated when field work began, that is more fruitful to pursue.*

*Second, the senior investigator should conduct the bulk of the fieldwork personally. [...] Only through direct experience does the researcher develop the kind of personal understanding of the subjects that makes an ethnographic account possibly. Research assistants may be of use, but they are no substitute for direct participation in the research setting. [...].*

*Third, field work should take at least a school year. [...] Intensive it is suggested, is really necessary to understand the rules, customs and conditions governing life in the group studied. [...].*

*Fourth, the senior investigator should have had (or be having) cross-cultural experience. The argument for this criterion is that the contrast provided by knowing another culture helps make manifest what members of the group studied take for granted. [...].*

*Fifth, the ethnographic approach incorporates the use of multiple research methods. Two methods are especially central to ethnography: direct observation of the activity of the group and intensive interviewing of informants who can explain and provide an understanding of what takes place. However, these methods are rarely used alone. Ethnographers may also use structured interviews, surveys, life histories, collections of existing documents and artifacts, unobtrusive measures, psychological techniques, videotape, photography and a variety of other means to put together a picture of the group studies.*

*Sixth, the finished ethnographic product presents a wealth of primary data from the group in question. Primary data are more than verbal description. They include "works" produced by the subjects themselves including quotes from interviews, excerpts from documents, stories, songs, maps, and sketches. [...]*<sup>120</sup> (FIRESTONE & DAWSON, 1981, pp. 5-6, destaques dos autores).

---

<sup>120</sup> Primeiro, o problema é descoberto no campo. [...] O ponto deste critério é que o etnógrafo evita hipóteses rigidamente pré-especificadas. Em vez disso, o etnógrafo prefere “se confundir” em um cenário, desenvolver uma compreensão da situação e usar essa compreensão para refinar o problema de pesquisa inicial e formular uma interpretação. No caso extremo, a situação de campo pode sugerir um problema alternativo, não previsto quando o trabalho de campo começou que é mais proveitoso para prosseguir.

Em segundo lugar, o investigador deve conduzir a maior parte do trabalho de campo pessoalmente. [...] Somente através da experiência direta o pesquisador desenvolve o tipo de compreensão pessoal dos assuntos que faz uma narrativa etnográfica possível. Os assistentes de pesquisa podem ser úteis, mas não substituem a participação direta no cenário de pesquisa. [...].

Em terceiro lugar, o trabalho de campo deve levar pelo menos um ano letivo. [...] A imersão intensiva é realmente necessária para entender as regras, os costumes e as condições que regem a vida no grupo estudado. [...].

Em quarto lugar, o investigador deveria ter tido (ou ter) uma experiência cultural. O argumento para este critério é que o contraste fornecido por conhecer outra cultura ajuda a mostrar o que os membros do grupo estudado assumem como adquiridos. [...].

Em quinto lugar, a abordagem etnográfica incorpora o uso de múltiplos métodos de pesquisa. Dois métodos são especialmente centrais para a etnografia: observação direta da atividade do grupo e

Esses critérios apresentados por Wolcott (1975) e reiterados por Firestone e Dawson (1981) só reforçam o conceito de etnografia como “a ciência da descrição cultural” que, no campo educacional, Sousa (2000a, p. 04) a descreve como “uma forma diferente de investigação educacional, naturalmente ligada à antropologia e à sociologia qualitativa”, e que lida muito bem com o fato de que um ambiente educacional “[...] coexiste, com sua história e existência documentada, e outra história e existência, ‘não documentada’, através da qual a escola toma forma material e ganha vida” (ROCKWELL & EZPELETA, 2007, p. 134, destaque das autoras).

Assim, tendo o presente trabalho o objetivo de descrever uma cultura, mostrou-se adequado a adoção da etnografia como metodologia de investigação, além do que as principais características expostas neste trabalho (e apresentadas abaixo) estão tanto de acordo com os critérios apresentados por Wolcott (1975) quanto às características que, de acordo com Hammersley (1990) e Hammersley e Atkinson (2007), correspondem ao método etnográfico. Essas características são:

1. As ações e o comportamento dos atores da pesquisa foram estudados em seus contextos cotidianos e não em circunstâncias artificiais produzidas pelo pesquisador, ou seja, a investigação ocorreu *in situ*;
2. Os dados foram coletados pelo próprio pesquisador através de fontes variadas, sendo a observação participante e as conversas informais as fontes principais;
3. A coleta de dados, em sua maioria, não foi estruturada no sentido de não ser limitada por um projeto de pesquisa fixo e detalhado especificado no início, tampouco utilizadas para interpretação dos dados foram pré-estabelecidas, sendo inseridas no processo de coleta de dados através das observações e conversas e geradas a partir do processo de análise de dados;
4. Foi investigado um grupo pequeno de pessoas, o que facilitou o aprofundamento do estudo;

---

entrevista intensiva de informantes que podem explicar e fornecer uma compreensão do que ocorre. No entanto, esses métodos raramente são usados sozinhos. Os etnógrafos também podem usar entrevistas estruturadas, levantamentos, histórias de vida, coleções de documentos e artefatos existentes, medidas discretas, técnicas psicológicas, fitas de vídeo, fotografia e uma variedade de outros meios para juntar uma imagem dos estudos grupais.

Em sexto lugar, o produto etnográfico acabado apresenta uma grande quantidade de dados primários do grupo em questão. Os dados primários são mais do que uma descrição verbal. Eles incluem “obras” produzidas pelos próprios sujeitos, incluindo citações de entrevistas, trechos de documentos, histórias, músicas, mapas e esboços. [...]. (Tradução nossa).

5. A análise dos dados envolveu a interpretação dos significados, funções e consequências das ações humanas e das práticas institucionais, e como estas se aplicavam aos contextos locais. O que foram produzidos, em sua grande maioria, foram descrições verbais, explicações e teorias, tendo a quantificação e análise estatística um papel subordinado.
6. O trabalho de campo durou um ano letivo, o que possibilitou uma imersão intensiva e necessária para entender as condições que regem o grupo estudado.

Nessa perspectiva, desenvolvemos uma descrição etnográfica tendo em mente que este tipo de investigação “não consiste somente em ver, mas fazer ver, isto é, escrever o que se vê procedendo à transformação do olhar em linguagem, exigindo-se uma interrogação sobre a relação entre o visível e o dizível” (MACEDO, 2010, p. 82). Esse olhar etnográfico possibilitou pesquisar um ambiente educacional numa perspectiva microsociológica, à medida que conferíamos valor a “pequenas coisas” das práticas quotidianas e da vida dos atores investigados. “Só com essa nova atitude poderá haver lugar para o desvelamento dos significados profundos que subjazem as interações pessoais, para, a partir daí, se construíres novos conhecimentos circulares” (SOUZA, 2004, p. 17).

A essa altura podemos entender o porquê da pesquisa etnográfica ter se popularizado entre investigadores da educação, pois possibilita que o pesquisador chegue bem perto do ambiente estudado e possa, com mais facilidade e flexibilidade, tentar entender como os mecanismos de dominação, resistência, contestação, cooperação, autonomia operam no dia-a-dia ao mesmo tempo em que são elaborados e reelaborados conhecimentos, valores, atitudes, crenças e visões do mundo. O contato mais íntimo entre o pesquisador e o campo de pesquisa, permite a reconstrução das relações e dos processos do cotidiano educacional e levar em consideração a multiplicidade de significados presentes nos ambientes escolares (ANDRÉ, 1997; 2012).

Nesse sentido, se partimos do entendimento de que para acessar as particularidades das coisas precisamos coexistir com elas, o reconhecimento da importância da cotidianidade torna-se fundamental numa pesquisa etnográfica, uma vez que somente “entrando” na vida cotidiana dos pesquisados podemos entender e descrever suas ações. Ademais, como expressam Heller (1989) e Macedo (2010),



A vida cotidiana é a vida do homem “inteiro”; ou seja, o homem participa na vida cotidiana com todos os aspectos de sua individualidade, de sua personalidade. Nela, colocam-se “em funcionamento” todos os seus sentidos, todas as suas capacidades intelectuais, suas habilidades manipulativas, seus sentimentos, paixões e ideologias (HELLER, 1989, p.17, destaques da autora).

[...] é na vida cotidiana que se desenvolvem a sensibilidade, a percepção hermenêutica do trajeto histórico comum, a compreensão dos processos indenitários culturais, enculturação do funcionamento mental, sem os quais somos apenas componentes. [...] A valorização do cotidiano possui uma certa sabedoria que se consubstancia na crença de que, para que uma mudança seja profunda, é necessário partir da intimidade das coisas; para entrar na intimidade das coisas, é preciso partir delas, conviver com elas; então podemos distinguir as que não interessam [...] (MACEDO, 2000, p. 63).

Optar por uma pesquisa etnográfica nos possibilitou adentrar nesse mundo cotidiano dos atores pesquisados e todas suas interações repletas de significados que se encontram inseridas em um universo maior de culturas, onde os indivíduos se inserem como seres sociais e históricos e desenvolvem suas próprias visões de mundo.

A presença sistemática no campo e por um período relativamente prolongado – pelo menos um ano letivo (WOLCOTT, 1975) – também contribuiu para um melhor entendimento dos aspectos fundamentais que constituem a experiência escolar, à medida que expunha o dia-a-dia das práticas pedagógicas. Ademais, o trabalho de campo etnográfico envolve procedimentos e métodos que exigem uma análise indutiva por parte do pesquisador. As categorias escolhidas para observação geralmente não são escolhidas *a priori*, surgindo, na grande maioria das vezes, durante o desenvolvimento da pesquisa (MATTOS, 2011a).

Além disso, a preocupação da etnografia com questões relacionadas à cultura dos grupos estudados possibilita uma conexão entre o trabalho pedagógico, o ambiente educacional, os atores e o pesquisador numa perspectiva macro.

Para Fino (2008b),

[...] a etnografia da educação, sobretudo por recusar qualquer possibilidade de arranjo de natureza experimental, e por, ao invés, estudar os sujeitos nos seus ambientes naturais, pode constituir uma ferramenta poderosíssima para a compreensão desses intensos e complexos diálogos inter-subjectivos que são as práticas pedagógicas. Um diálogo inter-subjectivo, o que decorre entre os actores que povoam um contexto escolar, e narrado de “dentro”, como se fosse por alguém que se torna também actor para falar com um deles (FINO, 2008b, p. 4, destaque do autor).

Portanto, desenvolver uma interação com o ambiente natural estudado tornou-se essencial, bem como com seus atores sociais e toda uma gama de crenças, valores, comportamentos e atitudes que os acompanham e que mudam ao longo do tempo ou de uma situação para outra (SOUSA, 2000a; WOODS, 2005), pois é justamente em meio a essa trama organizacional onde são encontrados os subsídios para que os etnopesquisadores possam desenvolver uma pesquisa que dê voz à multiplicidade cultural dos pesquisados (MACEDO, 2000), por meio de “um olhar já não de alguém superiormente estranho, que vem de fora para observar, mas um olhar interessado, implicado, ou seja, um olhar etnográfico” (SOUSA, 2000a, p.5).

O avanço exponencial nas últimas décadas das pesquisas etnográficas na área de educação levanta questionamentos e críticas à aplicabilidade desse tipo de pesquisa em meios educacionais. Tanto Dauster (1989) quanto Erickson (1989) chamam atenção para que o pesquisador não reduza o uso da observação participante apenas a um instrumento de coleta de dados, mas sim a expandindo para além de meras descrições de situações, englobando descrições de sistemas culturais, ou seja, “[...] o trabalho etnográfico deve se orientar para apreensão e a descrição dos significados *culturais*<sup>121</sup> dos grupos estudados” (ANDRÉ, 1997, p. 105, destaque da autora).

André (*Op. cit.*) alerta que em muitas pesquisas etnográficas desenvolvidas em contextos educacionais há uma quebra de conexão entre o referencial teórico que se apresenta no início do trabalho, a fase de coleta dos dados e análise dos resultados. Nesses casos, “embora haja, nesses trabalhos, uma preocupação com descrições minuciosas, não há avanços na sistematização teórica. [...] Parece haver uma falta de clareza sobre o próprio quadro teórico e mais especificamente sobre os seu papel na pesquisa” (*Idem*).

Nessa perspectiva, levando em consideração os princípios da etnografia e buscando estudar o ambiente investigado a partir da perspectiva dos sujeitos da pesquisa, coletamos uma grande variedade de informações as quais analisamos com o suporte teórico específico e de forma indutiva, de maneira descritiva e interpretativa, à medida que os dados coletados eram triangulados, partindo do geral para o particular

---

<sup>121</sup> Segundo Dauster (1989), uma pesquisa etnográfica não deve centralizar o conceito de cultura, mas levar em consideração as diversas conotações do termo, como diferentes formas de pensar, de agir e de sentir; o modo de vida dos investigados, com toda sua gama de crenças, valores e costumes; os sistemas de símbolos desenvolvidos pelos autores; as produções sociais; etc.

(MATTOS, 2008). Nesse contexto, o método etnográfico possibilitou que este pesquisador organizasse e reorganizasse os passos da coleta de dados ao longo da investigação, recolhendo-os, no início, em bruto, da forma mais inclusiva possível e indo “[...] ao encontro do ponto de vista do outro, para, a partir daí, e só daí, interpretar a forma e o conteúdo das suas ações” (MACEDO, 2010, p. 106).

A propósito, este “ir ao encontro do ponto de vista do outro” ao qual Macedo (*Op. cit.*) se refere nos remete à Tradição de Chicago e ao conceito de “Definição de Situação” forjado pelo sociólogo William Isaac Thomas em um texto de 1923 e apresentado da seguinte maneira: “*Preliminary to any self-determined act of behavior there is always a stage of examination and deliberation which we may call the definition of the situation*”<sup>122</sup> (THOMAS, 1923, p. 26). Ou seja, qualquer ação do indivíduo em sociedade é precedida por uma ação que este enfrenta em função do ambiente, a partir da qual se farão as mediações necessárias para a construção de definições. Entender esse conceito, diante de multiplicidade de significados encontrados em um ambiente escolar nos foi de grande valia.

Toda essa operacionalidade teórico-epistemológica agregada e substanciada pela etnografia desde sua origem de fato tem feito com que esta tenha encontrado terreno fértil entre os pesquisadores em educação. No entanto, André (2012) salienta que devemos ter certo zelo ao usar a etnografia no campo da educacional, precisando fazer algumas adaptações em relação ao sentido original, mesclando os interesses dos etnógrafos em descrever a cultura com a preocupação principal dos estudiosos da educação que é o processo educativo. Para Fino (2008b), essa adaptação se faz necessária porque “a etnografia, como método de investigação originário da antropologia, esgota-se numa finalidade estritamente descritiva, e a etnografia escolar, nessa mesma linha seria a mera descrição da cultura escolar” (FINO, 2008b, p. 3).

Em concordância com André (2012) e Fino (2008b) acreditamos que as pesquisas etnográficas na educação precisam ir além da função simplesmente descritiva e buscar a maior fidedignidade possível da realidade investigada, considerando a importância do entendimento dos processos de interação social na sua totalidade (MACEDO, 2010), valorizando o ponto de vista do ambiente natural tanto a partir do observador, quanto

---

<sup>122</sup> Previamente a qualquer ato de conduta autodeterminado, existe sempre um estágio de exame e deliberação que podemos chamar de definição da situação. (Tradução nossa).

do observado (SPRADLEY, 1979), de dar voz e espaço para os participantes expressarem sua visão de mundo (BARBIES, 1985), tudo cuidadosamente organizado através de um olhar relativizador (ROCKEWLL, 1980; DAUSTER, 1989; ANDRÉ, 2012), uma reflexividade do pesquisador (FLICK, 2009) e sintetizado por meio de uma descrição densa (GEERTZ, 1989) e uma escrita sensível (BARBIES, 1985).

Dauster (1989) aborda o mesmo ponto de vista quando discute que o papel da etnografia na educação deve ir muito além da descrição de ambientes, situações ou mera reprodução de falas e depoimentos de pessoas, devendo focar nos significados culturais dos investigados, que dificilmente conseguimos captar em situações formais, mas que se fazem ouvir

[...] no pátio do recreio, nos intervalos, nos “feriados”, nos jogos de bola, no café, fazendo uso de uma imensidão de técnicas bem ao alcance de cada um, se se estiver, acima de tudo, etnograficamente implicado. São as entrevistas, os inquéritos, a recolha de desenhos, composições e poemas, a ida aos bairros, o contato com os familiares, as festas na escola, as competições esportivas, o registro em jornais de bordo, as histórias de vida, os estudos de caso, etc. (SOUSA, 2004, p. 17, destaque da autora).

Outro ponto relevante que merece menção é a atribuição da teoria na pesquisa etnográfica. Essa discussão se faz importante porque na etnografia, devido à utilização do método indutivo de análise, os dados coletados sugerem o caminho teórico seguido durante o processo de análise, que se constrói progressivamente no transcorrer da investigação, o que dificulta o alinhamento às teorias já testadas em contextos e momentos diferentes daqueles no qual a pesquisa é desenvolvida (ROCKEWLL, 1980; MATTOS, 2011a).

No entanto, a etnografia, assim como as demais abordagens de pesquisa, respalda-se por uma fundamentação teórico-metodológica densa e interligada que não se pode distinguir. Essa imbricação se faz notar desde a escolha do objeto de estudo e acompanha o pesquisador por todo o percurso investigativo, processo de análise dos dados e organização dos resultados.

Nas últimas décadas, a etnografia, assim como as demais modalidades de pesquisa segue uma tendência natural de modificações e aprimoramentos de sua prática. Segundo Erickson (1993), uma dessas tendências de “evolução” da etnografia da educação é o

uso da microetnografia ou microanálise, que tem o uso do vídeo como fonte primária, substituindo o texto narrativo pela transcrição do vídeo como texto base.

Fino (2008b), por outro lado, argumenta que esta questão da microetnografia ou microanálise, que tem no vídeo, enquanto registro objetivo, descontextualizado e de olhar fixo, a fonte primária de informação, destoa da etnografia da escola defendida por Lapassade (1992) e que se fundamenta nos princípios da subjetividade, contextualização, interatividade e flexibilidade.

Concordando com Fino (*Ut supra*), nesta investigação nos preocupamos em ver os fatos em uma realidade cultural mais ampla, interagindo com o contexto estudado, tentando entender todos os símbolos, mesmo que, à primeira vista, parecessem sem importância, mas que poderiam ter um significado valioso no entendimento daquela cultura, penetrando suas fronteiras, observando de dentro e fugindo dos “[...] *big brothers* ‘micro-etnográficos’, em favor do mergulho na complexidade do terreno e na reabilitação da subjetividade como o mais importante utensílio de investigação” (*Ibidem*, p. 8, desataque do autor).

Além do mais, tendo em mente que uma investigação com abordagem etnográfica não pode se restringir a encontros eventuais, mas precisa interagir, encontrar uma sintonia entre o tempo disponível e o contexto pesquisado. Para tanto, fizemos uso da observação participante e da entrevista etnográfica como principais instrumentos para captar informações vistas e ouvidas e montar a base de dados que precisaríamos para as discussões sobre o ambiente em estudo.

Todavia, antes de apresentarmos os instrumentos utilizados para coleta de dados deste estudo consideramos conveniente tecer alguns breves comentários a respeito de dois pontos bastante relevantes em trabalhos desta natureza: o papel do investigador e a ética na realização de pesquisa etnográfica.

### 4.3. O papel do investigador numa pesquisa etnográfica

[...] descrever é um imperativo, estar *in situ* é ineliminável, compreender a singularidade das ações e realizações humanas é fundante, bem como a ordem sociocultural que aí se realiza.

Roberto Sidnei Macedo

O papel do pesquisador etnográfico está diretamente relacionado ao trabalho de campo, observando pessoas em seu ambiente natural e convivendo com elas em situações cotidianas de modo a descrevê-las de uma maneira relevante para as ciências sociais (LAPASSADE, 1992, 2005; MACEDO, 2010).

Junker (1971), abordando à importância do trabalho de campo, esclarece que este deve se pautar na observação *in situ*, isto é, o pesquisador precisa permanecer com as pessoas em situações rotineiras para desenvolver uma melhor compreensão e descrição de suas ações, pois “[...] para se fazer boa observação social é preciso estar junto às pessoas vivenciando suas vidas, ao mesmo tempo vivendo a própria vida e relatando” (JUNKER, 1971, p. 77).

Referindo-se ao papel do pesquisador etnográfico, Lapassade (1992), indaga que o seu grau de envolvimento e a maneira pela qual participa do contexto investigado (contexto esse que pode mudar durante o transcorrer da pesquisa), deixa claro que o seu papel “[...] *c'est décrire le fieldwork lui-même à partir de sa référence centrale: le chercheur, dans sa relation à la situation*”<sup>123</sup> (LAPASSADE, 1992, p. 8). Para Silva e Menezes (2001, p. 20) o “pesquisador é o instrumento chave” em uma pesquisa qualitativa e que o “ambiente natural é fonte direta para a coleta de dados” e, nesse cenário, o observador etnográfico

[...] observa tudo, o que é ou não dito: os gestos, o olhar, o balanço, o meneio do corpo, o vaivém das mãos, a cara de quem fala ou deixa de falar, porque tudo pode estar imbuído de sentido e expressar mais do que a própria fala, pois a comunicação humana é feita de sutilezas, não de grosserias (DEMO, 2012, p. 33).

---

<sup>123</sup> [...] é descrever o próprio trabalho de campo a partir de sua referência central: o pesquisador, em sua relação com a situação. (Tradução nossa).

Em se tratando da atitude que o pesquisador pode adquirir durante a observação participante, Junker (1960), citado por Lapassade (2001) apresenta-nos quatro variantes, a saber:

- a) o pesquisador como participante completo – quando o pesquisador/observador toma parte nas atividades que visa observar;
- b) o pesquisador como participante observador – quando as atividades das quais o pesquisador/observador participa não subjugam as atividades observadas;
- c) o pesquisador como observador participante – quando o pesquisador/observador dispõe de múltiplas maneiras para acessar as informações, pois as atividades que serão observadas são de domínio público;
- d) o pesquisador como observador completo – quando as atividades que se pretende observar estão fora do domínio do pesquisador/observador, como atividades realizadas em um laboratório, por exemplo, onde o observador precisa ficar por trás de um vidro, tendo o contato com o ambiente limitado.

No entanto, a decisão sobre o grau de envolvimento que deve ser adotado na investigação não significa apenas decidir se a observação será ou não participante. É uma decisão mais complexa, feita em um *continuum* que pode variar desde um total distanciamento até uma completa imersão na realidade pesquisada e que podem oscilar ou serem modificadas durante o trabalho. Por exemplo, o investigador pode iniciar a pesquisa como observador participante e passar gradativamente a participante observador e participante completo. Ou pode acontecer o contrário, o pesquisador pode iniciar o estudo totalmente imerso na realidade e aos poucos adotar uma postura de distanciamento (LÜDKE & ANDRÉ, 2013), pois

[...] como seres, *atores sociais*, os cientistas [pesquisadores] possuem interesses, motivações, emoções, superstições, cultivam mitos e, portanto, vivenciam um imaginário socialmente construído. Como atores são membros de uma determinada classe social, representam uma expressão de gênero, um grupo de idade, uma etnia, um grupo profissional e algumas instituições. [...] Dessa forma, nem a ciência é neutra e tampouco a forma de produzi-la (MACEDO, 2000, p. 96, destaque do autor).

Sendo assim, Lüdke e André (*Op. cit.*), apoiando-se em estudos de Hall (1978)<sup>124</sup>, expõem características que devem ser levadas em consideração pelo pesquisador na

---

<sup>124</sup> Em 1978 no encontro da *American Educational Research Association (AERA)* realizado em Toronto no Canadá, o professor norte-americano Gene Hall, em um estudo intitulado *Ethnographers and*

realização de uma boa investigação etnográfica: tolerância a ambiguidades, responsabilidade de organizar seu próprio ritmo de trabalho, ter comprometimento, autodisciplina, inspirar confiança e deixar clara a confiabilidade das informações, pois, como esclarecem Bogdan e Biklen (1982, p. 82), “[...] *researchers build trust by making it clear that they will not use what they are finding to demean or otherwise hurt people*”.<sup>125</sup>

Além dessas qualidades pessoais e das decisões que deve tomar quanto à forma e à situação de coleta de dados, o observador se defronta com uma difícil tarefa, que é a de selecionar e reduzir a realidade sistematicamente. Essa tarefa exigirá certamente que ele possua um arcabouço teórico a partir do qual seja capaz de reduzir o fenômeno em seus aspectos mais relevantes e que conheça as várias possibilidades metodológicas para abordar a realidade a fim de melhor compreendê-la e interpretá-la (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, p. 17).

Por sua vez, Wolcott (1990) aconselha que, no momento que se encontra no campo de investigação, o pesquisador deve procurar escutar o máximo e falar o mínimo possível, ao mesmo tempo em que descreve com exatidão e instantaneamente todos os acontecimentos observados. Ainda segundo o autor, as notas devem ser escritas pelo pesquisador e de maneira completa, honesta e clara, além do que precisam ser entendíveis por quem as venha ler.

Nesse sentido, procuramos focar na observação das pessoas em suas atividades cotidianas, anotando suas explicações e relatos sem, no entanto, se restringir apenas a isso, mas indo um pouco além, integrando-se ao ambiente pesquisado e interagindo com os atores sociais da pesquisa, uma vez que durante essa fase da pesquisa “[...] é preciso aprender a obter novos dados e a obtê-los em grande variedade de ambientes conforme exigido pelos problemas que se deseja conhecer e/ou resolver [...]” (JUNKER, 1971, p. 77).

Sendo assim, no desenvolvimento do nosso trabalho de campo buscamos novas indagações e novas respostas, sempre tendo o cuidado de retratar a realidade da forma mais profunda e fidedigna possível, à medida que se estabeleciam relações com o

---

*ethnographic data, an iceberg of the first order for the research manager*, apresentou características relacionadas à pesquisa etnográfica em ambientes educacionais a partir do ponto de vista do “gerente da pesquisa”, ou seja, o pesquisador, que, segundo ele, é o maior responsável pelo sucesso ou insucesso da investigação.

<sup>125</sup> Pesquisadores criam confiança ao deixar claro que não usarão o que eles estão descobrindo para rebaixar ou machucar as pessoas. (Tradução nossa).



ambiente pesquisado em toda sua multiplicidade de situações e variedades de informações, pois segundo Macedo (2010),

[...] o trabalho de campo implica uma confrontação pessoal com o desconhecido, o confuso, o obscuro, o contraditório, o assincronismo, além dos sustos com o inusitado sempre em devir. O campo tem uma resistência natural que demanda uma dose de paciência considerável, em face, por exemplo, das rupturas com os ritmos próprios do pesquisador ou determinados prazos acadêmicos (MACEDO, 2010, p. 85).

E completa:

O pesquisador estará buscando novas respostas e novas indagações para o desenvolvimento do seu trabalho; valorizando a interpretação do contexto; retratando a realidade de forma densa, refinada e profunda; estabelecendo planos de relações com o objeto pesquisado, revelando-se aí a multiplicidade de âmbitos e referências presentes em determinadas situações ou problema; usando uma variedade de informações (*Ibidem*, p. 89).

Diante dessa complexa teia de fatores que constitui o campo de investigação Stake (2010) destaca ainda que o pesquisador qualitativo precisa desenvolver uma relação dinâmica entre o mundo objetivo e a subjetividade, ou seja, precisa se envolver, mas ao mesmo tempo tem que manter certo grau de desprendimento das situações investigadas.

Lapassade (1992) lembra que esse debate entre participação e distanciamento remonta à tradição etnográfica da Escola de Chicago no início do século XX, quando se começou a defender a necessidade de certa distância entre o pesquisador e o ambiente investigado para dar maior credibilidade ao estudo. Para Mattos (2011a) esse distanciamento, a que chamou de estranhamento, é um recurso metodológico, que consiste em “estranhar” as visões de mundo legitimadas pelas instituições e pela sociedade e desenvolver um olhar de fora mesmo estando dentro do contexto, uma vez que, se,

*In one way researchers join the subjects' world, but in another way they remain detached. They unobtrusively keep a written record of what happens as well as other forms of descriptive data. They try to learn from the subjects, but do not necessarily emulate the subjects. They may participate in their activities, but on a more limited basis, and they do not compete for prestige or status. They learn how to think, but they do not think like the subjects. They are empathetic, but also reflective*<sup>126</sup> (BOGDAN & BIKLE, 1982, p. 82).

---

<sup>126</sup> De certa forma, os pesquisadores juntam-se ao mundo dos sujeitos, de outro modo permanecem separados. Discretamente mantêm um registro escrito do que acontece, bem como registram outros dados descritivos. Tentam aprender com os sujeitos, mas não necessariamente ser como eles. Podem participar de suas atividades, mas de forma limitada e não competem por prestígio ou *status*. Aprendem a maneira de pensar, mas não pensam como os sujeitos. São empáticos, mas também reflexivos. (Tradução nossa).

Assim, durante a nossa prática etnográfica de investigação, levamos em consideração os preceitos acima mencionados sempre atentos entre o visível e o dizível (MACEDO, 2010), na busca pela compreensão da singularidade das ações humanas, da ordem sociocultural e das práticas pedagógicas que lá se realizavam e levando em consideração os vários significados que os participantes da pesquisa atribuem às suas experiências e vivências, da maneira mais autêntica e ética possível.

#### 4.4. A ética

Quando falo de ética, não estou referindo-me somente aos esforços desenvolvidos no sentido de se configurar um código profissional positivo para o cientista-pesquisador que lida com seres humanos. Estou me reportando a um imprescindível respeito à dignidade humanas em qualquer que seja a circunstância.

Antônio Joaquim Severino

Etimologicamente falando, a palavra ética deriva do vocábulo grego *ethos* e pode ser traduzido como “bom costume”, “caráter” ou “modo de ser” (VÁZQUEZ, 2017). O Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa atribui dois significados ao termo: “1. Estudo dos juízos de apreciação referentes à conduta humana. 2. Conjunto de normas e princípios que norteiam a boa conduta do ser humano” (FERREIRA, 2013, p. 323). Em contextos de pesquisa, a ética configura-se como um pensamento crítico em relação à dimensão, abrangência e profundidade da moralidade em relação aos investigados (RIOS, 1994).

Nesse sentido, durante todo o nosso percurso investigativo – desde os primeiros contatos com os sujeitos até as análises finais – procuramos desenvolver junto aos participantes uma relação baseada na lealdade, na honestidade e no respeito. A boa relação mantida favoreceu a aproximação com os sujeitos no contexto educativo investigado, o que facilitou a coleta e o tratamento das informações.

Autores como Eisner e Peshkin (1990), Smith (1990), Bogdan e Biklen (1994), Vasconcelos (1997) e André (2008) falam da importância de que o investigador

educacional siga princípios éticos durante o trabalho de coleta de dados no campo, processo de análise e divulgação dos resultados, ou seja, “[...] tanto a coleta quanto a divulgação dos dados devem ser pautadas por princípios éticos, por respeito aos sujeitos, de modo que sejam evitados prejuízos aos participantes” (ANDRÉ, 2008, p. 36). Assim,

A questão ética em pesquisas nas ciências humanas e particularmente nas pesquisas educacionais deve ser preocupação constante entre os pesquisadores tendo em vista sua importância. Não é o caso de negar a necessidade de normas e regras que regulamentem as pesquisas científicas qualitativas, mas preocupar-se que isso não seja apenas uma prática jurídica, muitas vezes meramente burocrática em busca de um controle ético, o que, mesmo assim não garantiria o comportamento ético do pesquisador (FAGIANI & FRANÇA, 2015, p. 56).

No transcorrer desta investigação confrontamo-nos com algumas questões éticas e que, dada a sua relevância para a clareza do estudo, passamos a elucidar:

O primeiro princípio ético com o qual nos confrontamos nesta investigação foi a do “consentimento informado”. Partimos, em concordância com Bogdan e Biklen (1994), do entendimento de que os sujeitos participantes devem aderir voluntariamente à investigação, sendo informados, de forma clara e explícita, da natureza do estudo e dando seu consentimento por escrito. Vale ressaltar que no início do trabalho de campo referente ao presente estudo foram solicitadas todas as autorizações necessárias como já descrito em tópicos anteriores<sup>127</sup>.

Um segundo princípio ético com o qual lidamos foi a “preservação do anonimato”. Esta questão é muito relevante e requer atenção por parte do pesquisador, pois, tal com Smith (1990), Bogdan e Biklen (1994) e André (2008), acreditamos que as identidades dos sujeitos envolvidos no estudo devem ser preservadas para evitar que as informações coletadas possam causar qualquer tipo de transtorno aos participantes, uma vez que “[...] garantir o sigilo muito provavelmente significará obtenção de dados mais fidedignos, já que se mantém o informante sob proteção” (ANDRÉ, 2008, p. 62). “Uma medida geralmente tomada para manter o anonimato dos respondentes é o uso de nomes fictícios [ou siglas] no relato, além, evidentemente, do cuidado para não revelar informações que possam identifica-los” (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, p. 50). Nesse sentido, os nomes dos participantes desta investigação foram omitidos, sendo-lhes

---

<sup>127</sup> Cf. Capítulo 4, Tópico 4.1.6.

atribuídos siglas – A1 até A8 (para os aprendizes) e O (para orientador). Faz-se importante esclarecer que o anonimato dos sujeitos aqui contemplado não se restringiu ao material escrito, mas também aos relatos verbais e em todos os momentos da investigação, desde o acesso ao campo até a divulgação dos resultados.

O “tratamento respeitoso” com os sujeitos da investigação foi outra questão ética com a qual nos preocupamos. Desde o princípio da investigação sempre procuramos tratar respeitosamente os participantes – informando-os sobre os objetivos de nossa presença, não invadindo suas privacidades, não registrando dados (imagens, áudios ou vídeos) sem consentimento e não mentindo nem omitindo informações – o que facilitou na cooperação dos sujeitos com este pesquisador.

Ademais, procuramos manter a “autenticidade dos resultados”, já que “[...] a característica mais importante de um investigador deve ser a sua devoção e fidelidade aos dados que obtém” (BOGDAN & BIKLEN, 1994, p. 77), e, nessa perspectiva, manipular ou distorcer, em qualquer grau, os dados coletados se constituiria no pecado mortal de um pesquisador. Portanto, mantivemos a fidedignidade na recolha, organização e análise dos dados, bem como na escrita dos resultados.

Embora as linhas de orientação para adoção de princípios éticos possam variar com o tipo de estudo, com as mudanças de situações no transcorrer da investigação ou durante o contato com os participantes – e a investigação etnográfica possibilita esse contato – acreditamos que os princípios éticos adotados neste estudo possibilitaram a transparência, o respeito e a honestidade com os participantes ao longo do processo investigativo.

Bem, feitas algumas considerações sobre o papel do investigador etnográfico e dos princípios éticos empregados ao longo da pesquisa, passemos à descrição da coleta de dados e os respectivos instrumentos utilizados.

## 4.5. Instrumentos de coleta de dados

Para se fazer boa observação social é preciso estar junto às pessoas vivenciando suas vidas, ao mesmo tempo vivenciando a própria vida e relatando.

Buford Junker

Graue e Walsh (2003) descrevem o processo de coleta de dados como o ato de acumular informações necessárias que levem a refletir e analisar profundamente as vivências desenvolvidas no contexto que se deseja explorar e no período de estadia no campo de pesquisa.

Durante a estada no campo, os dados recolhidos são provenientes de fontes diversas, nomeadamente observação participante, propriamente dita, que é o que o observador apreende, vivendo com as pessoas e partilhando as suas actividades. Mas, também, através das entrevistas etnográficas, que são as conversações ocasionais no terreno, portanto não estruturadas, e mediante o estudo, quer de documentos “oficiais”, quer, sobretudo, de documentos pessoais, nos quais os nativos revelam os seus pontos de vista pessoais sobre a sua vida ou sobre eles próprios, e que podem assumir a forma de diários, cartas, autobiografias (FINO, 2008b, pp. 4-5, destaque do autor).

Nessa perspectiva, e sendo este um estudo de natureza etnográfica, que requer que se mergulhe na vida das pessoas investigadas e compartilhe suas experiências (LAPASSADE, 1992), adotamos como instrumentos de coleta de dados a observação participante, com anotações em diário de campo; a entrevista etnográfica, com o registro em áudio; e a análise de documentos.

### 4.5.1. Observação participante

A observação participante toma a si, por conseguinte, a tarefa de descobrir, a partir da “participação” do pesquisador na vida das pessoas que ele estuda, os valores, as normas as categorias que caracterizam essas pessoas e de descobri-las “desde dentro”.

Georges Lapassade

A observação participante teve sua origem, assim como a etnografia, a partir de estudos antropológicos e sociológicos, se tornando como um dos principais instrumentos de coleta de dados em pesquisas qualitativas, uma vez que possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado (LÜDKE & ANDRÉ, 2013).

A observação participante não significa uma forma particular de observação, mas um dispositivo de trabalho, que é configurado logo no início das negociações para acesso ao campo de pesquisa e avançam no decorrer do estudo das interações entre os atores e o pesquisador, sendo este a principal ferramenta do trabalho de campo etnográfico em contextos educacionais (LAPASSADE, 1991), porém

[...] em um ambiente pedagógico, como a sala de aula e o conselho de classe, por exemplo, exige simultaneamente do pesquisador uma atenção ampliada e particular. Essa participação parece, *a priori*, impossível. A participação limita o foco de atenção devido ao filtro cultural do pesquisador e isso vai dar o tom da pesquisa, da análise e da interpretação dos dados. O pesquisador dá mais atenção ao que lhe é mais familiar e de maior importância (MATTOS, 2011a, p. 39).

Segundo Macedo (2010), a observação participante adquiriu um *status* teórico que a faz transcender a um recurso metodológico e chegando a ser encarada como a base metodológica da etnografia. Isso se deve ao fato de que as pesquisas em ciências sociais se desenvolvem em situações concretas de momentos históricos específicos e são avaliadas por indivíduos que possuem um conjunto de valores, interesses, emoções, superstições e motivações. Dessa forma, a observação participante “[...] torna-se um instrumento significativo para realizar a transformação do modelo de submissão da ciência aos diversos domínios iníquos, aos quais a muito vem servindo” (MACEDO, 2010, p. 97).

Nessa perspectiva, Bogdan e Taylor (1996), definem a observação participante como

*La investigación que involucra la interacción social entre el investigador y los informantes en el milieu de los últimos, y durante lo cual se recogen datos de modo sistemático y no intrusivo. Los observadores se hunden personalmente en la vida de las personas. Ellos comparten sus experiencias*<sup>128</sup> (BOGDAN & TAYLOR, 1996, p. 31).

---

<sup>128</sup> Uma investigação que envolve a uma interação social entre o pesquisador e os sujeitos, no meio destes, e, durante a qual, se recolhe dados de maneira sistemática e não intrusiva. Os observadores mergulham pessoalmente na vida das pessoas. Eles compartilham suas experiências. (Tradução nossa).

No tocante à prática de observação participante enquanto metodologia de pesquisa, Lapassade (1992), referindo-se a estudos de Adler e Adler (1987) distingue três níveis de implicação para a observação participante: observação participante periférica, observação participante ativa e observação participante completa.

Na **observação participante periférica** é o pesquisador que escolhe seu papel, sempre levando em consideração certo grau de envolvimento a ponto de ser admitido como “membro” do grupo, sem, no entanto, se colocar no “centro” das atividades. Não reclama protagonismo, mas busca entender a visão de mundo dos investigados numa perspectiva de dentro. Esse traço “periférico” tem raízes epistemológicas, uma vez que alguns pesquisadores defendem que uma implicação mais acentuada pode vir a interferir no distanciamento e, conseqüentemente, na isenção da análise dos resultados.

No que se refere à **observação participante ativa**, o pesquisador busca assumir um papel que lhe proporcione certo *status* na situação investigada, participando ativamente como um “membro” aceito, mas sempre mantendo um grau calculado de distanciamento.

Quanto à **observação participante completa** – participação plena –, esta pode dar-se de duas maneiras: **por oportunidade** ou **por conversão**. No primeiro caso, o pesquisador aproveita-se de um *status* que já possui na instituição ou comunidade que pretende investigar, requerendo apenas autorização formal para desenvolver a pesquisa. Nessa implicação o pesquisador é membro da situação estudada. Na observação completa por conversão, o pesquisador, originalmente, é de fora da situação estudada, todavia, por orientações epistemológicas, torna-se membro e parte do que investiga.

Ademais, Lapassade (2005) esclarece ainda que o pesquisador pode apresentar dois papéis na investigação: observador participante externo e observador participante interno. Na condição de observador participante externo, o pesquisador integra-se ao ambiente investigado por um tempo determinado, após solicitar acesso e depois deixa o campo de pesquisa para trabalhar na redação do seu trabalho. É a condição mais comum de pesquisador. Por outro lado, o papel observador participante interno refere-se ao pesquisador que já possui *status* de “membro” no contexto que vai investigar.

Como a pretensão quando da realização deste estudo era ter uma longa estadia no campo de investigação, inserindo-se nas vivências dos atores da pesquisa, a escolha pela observação participante como instrumento para coleta de dados se justificou, na medida em que este mecanismo nos proporcionou perceber as atividades dos atores pesquisados com toda sua gama de inter-relações ao observar a dinâmica do ambiente pesquisado a partir de uma perspectiva de dentro, sem, no entanto, ser admitido no centro da atividade (FINO, 2003).

Macedo (2010) destaca que a observação participante possibilita a flexibilidade necessária que permite ao pesquisador abordar as dinâmicas das realidades humanas, levando em consideração a continua necessidade de mudança de foco durante o processo de observação. Para este autor

Tal flexibilidade permite, ademais, que objetos, questões e recursos metodológicos sejam retomados, assim articulações com a teoria, dependendo da dinamicidade e das orientações que surgem no movimento natural da realidade investigada. Assim, a flexibilidade no ato de pesquisar é uma das condições para a autenticidade e o sucesso de uma etnopesquisa na qual a observação participante seja um recurso significativo (MACEDO, 2010, p. 102).

Com essa visão, adentramos nas experiências culturais desenvolvidas pelos membros do grupo pesquisado, tomando notas, fotografando, gravando áudios e recolhendo tudo que considerava plausível de registro nas situações observadas, uma vez que esses mundos culturais, que dificilmente captamos em situações formais, tornam-se plausíveis de captação por meio da observação participante (SOUSA, 2004).

Em outras palavras, as observações participantes foram realizadas *in loco* por este pesquisador nos diferentes momentos do cotidiano dos investigados, inclusive nos intervalos, na cantina, nos corredores, nos translados para atividades externas, no antes e no depois das atividades, pois, assim como Sousa (2004), acreditamos que todos os momentos e contatos são fundamentais para ouvir e compreender as realidades culturais do grupo pesquisado com uma visão de dentro.

No decorrer do período de trabalho em campo – que durou um ano letivo, de maio de 2017 a abril de 2018, como já descrito anteriormente<sup>129</sup> – foram realizadas frequentes observações participantes periféricas e, por vezes, observações participantes ativas

---

<sup>129</sup> Cf. Capítulo 4, Tópico 4.1.4.



(ADLER & ADLER, 1987; LAPASSADE, 1992; MACEDO, 2010), tendo este pesquisador ora se comportando como participante observador, ora como observador participante (JUNKER, 1971), e assumindo o papel de observador participante externo (LAPASSADE, 2005) e tendo em mente que

[...] a observação [participante] ocupa um lugar privilegiado nas novas abordagens de pesquisa educacional. Usada como principal método de investigação ou associada a outras técnicas de coleta, a observação possibilita um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, o que apresenta uma série de vantagens. Em primeiro lugar, a experiência direta é sem dúvida o melhor teste de verificação da ocorrência de um determinado fenômeno, “ver para crer”, diz o ditado popular. [...] A observação direta permite também que o observador chegue perto da “perspectiva dos sujeitos”, um importante alvo nas abordagens qualitativas. [...] Além disso, as técnicas de observação são extremamente úteis para “descobrir” aspectos novos de um problema (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, p. 26, destaques das autoras).

Logo, a observação participante nos proporcionou adquirir um “papel de membro” no ambiente pesquisado, bem como possibilitou observar as várias faces de uma situação sem isolá-la do todo, por meio do contato com a realidade dos atores e extrair o sentido real que lhes atribuem com uma visão de dentro. Como apoio às observações participantes, e buscando a mais fidedigna e minuciosa descrição da realidade estudada, fizemos uso do diário de campo.

#### 4.5.1.1. Diário de campo

A prática do diário de campo permite que nos situemos melhor nos meandros e nas nuances, em geral descartados, nem por isso pouco importantes, naquilo que são suas características explícitas e tácitas.

Roberto Sidnei Macedo

Na realização da presente pesquisa as observações participantes foram registradas em diário de campo (APÊNDICE E) que, de acordo com Bogdan e Biklen (1982, pp. 118-119), representam “[...] *the written account of what the researcher hears, sees,*

*experiences, and thinks in the course of collecting and reflecting on the data in a qualitative study*”<sup>130</sup>.

Para Lapassade (1992), a utilização de elementos de escrita contribui como uma fonte de dados muito relevante para a investigação. O pesquisador deve ter sempre em mãos algo em que possa tomar notas – o diário de campo.

Bogdan e Biklen (1982), Macedo (2010) e Araújo *et al* destacam, respectivamente, a importância do diário de campo como um instrumento facilitador do registro de dados:

*Fieldnotes can provide any study with a personal log that helps the researcher to keep track of the development of the project, to visualize how the research plan has been affected by the data collected, and to remain aware of how he or she has been influenced by the data*<sup>131</sup> (BOGDAN & BIKLEN, 1982, p. 119).

Além de ser utilizado como instrumento reflexivo para o pesquisador, o gênero diário é, em geral, utilizado como forma de conhecer o vivido dos atores pesquisados, quando a problemática da pesquisa aponta para a apreensão dos significados que os atores sociais dão à situação vivida. O diário de campo é um dispositivo de grande relevância para acessar os imaginários envolvidos na investigação, pelo seu caráter subjetivo, intimista (MACEDO, 2010, p. 134).

O diário tem sido empregado como modo de apresentação, descrição e ordenação das vivências e narrativas dos sujeitos do estudo e como um esforço para compreendê-las. [...]. O diário também é utilizado para retratar os procedimentos de análise do material empírico, as reflexões dos pesquisadores e as decisões na condução da pesquisa; portanto ele evidencia os acontecimentos em pesquisa do delineamento inicial de cada estudo ao seu término (ARAÚJO *et al.*, 2013, p. 54).

Nessa perspectiva, fizemos registros em diário de campo *in situ* e *in vivo* de todos os eventos observados – ações rotineiras, descobertas inéditas, reuniões, problemas, conflitos, dinâmicas, fatos marcantes, apresentações de projetos dentro e fora do ambiente do Clube, leituras, análises, etc. – durante o período de nossa investigação.

Foram realizadas anotações partindo dos pressupostos apontados por Bogdan e Biklen (1982) de uma maneira descritiva – na medida em que indicaram preocupação em

---

<sup>130</sup> [...] o relato escrito do que o pesquisador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da coleta e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo. (Tradução nossa).

<sup>131</sup> As notas de campo podem originar em qualquer estudo um diário pessoal que ajuda o pesquisador a acompanhar o desenvolvimento do projeto, visualizar como o plano de pesquisa tem sido afetado pelos dados coletados, e manter-se consciente de como ele tenha sido influenciado pelos dados. (Tradução nossa).

expressar por palavras as ações, imagens e conversas observadas – e reflexiva – porque também manifestam a visão do pesquisador, suas preocupações, aspirações e ideias.

A propósito, Bogdan e Biklen (*Op. cit.*), apresentam-nos algumas sugestões sobre o que devemos anotar no diário de campo, levando em consideração a parte descritiva e a parte reflexiva dessas anotações. Na parte descritiva destacam:

- a) **a descrição dos sujeitos** – aparência física, maneiras de falar e de agir, bem como suas individualidades;
- b) **reconstrução de diálogos** – na medida do possível o pesquisador deve registrar os depoimentos, palavras e observações que acontecerem entre os pesquisados ou entre estes e o investigador, de maneira mais fiel possível;
- c) **descrição dos locais de investigação** – é importante que o pesquisador descreva o mais detalhadamente possível os locais onde acontecem as observações, seu espaço físico, mobiliária, sua disposição e apresentação visual, etc.;
- d) **a descrição de eventos fora da rotina** – nesse caso, as descrições devem incluir que tipo de evento foi desenvolvido, como ocorreu e quem estava envolvido na sua organização;
- e) **a descrição das atividades observadas** – o pesquisador deve descrever minuciosamente todas as atividades observadas, o papel que cada membro teve nessa atividade e a sequência em que aconteceu;
- f) **comportamentos do observador** – o pesquisador/observador é o principal instrumento da investigação, portanto seus comportamentos e ações devem ser incluídos nas anotações do diário de campo.

Paralelamente às anotações descritivas, é importante que as anotações do pesquisador/observador abranjam também comentários reflexivos. A parte reflexiva compreende:

- a) **reflexões analíticas** – são as aprendizagens que emergem dos estudos, novas ideias;
- b) **reflexões metodológicas** – incluem-se nestas anotações o desenvolvimento do *design* do estudo a partir de reflexões, problemas que venham a surgir da coleta e análise dos dados e as maneiras utilizadas para resolvê-los;
- c) **dilemas éticos** – aqui se enquadram as questões de relacionamento entre o pesquisador e os pesquisados, além da responsabilidade profissional do investigador;

- d) **alteração na perspectiva do pesquisador** – é de extrema importância que o pesquisador/observador anote suas perspectivas iniciais e a evolução de suas opiniões no transcorrer do estudo, atentando para possíveis mudanças de perspectivas;
- e) **esclarecimentos** – ao surgirem aspectos confusos ou que precisa de maior exploração, o pesquisador deve explaná-los da forma mais clara possível em suas anotações.

Por meio do diário de campo confirmamos e redefinimos o nosso *status* de pesquisador/observador enquanto ator/autor da investigação, pois “[...] ao narrar despojada e minuciosamente seu vivido de pesquisador, o sujeito se constitui também; daí a pertinência formativa do diário de campo, que, em alguns centros formadores, toma feições que transcendem a pesquisa [...]” (MACEDO, 2010, p. 134).

Assim, o diário de campo veio assumir um papel de instrumento de pesquisa, à medida que foi utilizado durante a nossa estadia no campo para registrar observações, comentários e notas que serviram de base para a nossa reflexão em todas as fases da investigação, desnudando as relações entre investigador e investigados e ajudando a compreendê-las em profundidade.

#### 4.5.2. Entrevista etnográfica

*It is best to think of ethnographic interviews as a series of friendly conversations into which the researcher slowly introduces new elements to assist informants to respond as informants.*<sup>132</sup>

James Spradley

Em uma pesquisa de cunho etnográfico a entrevista é um recurso extremamente significativo. Deve ser flexível ao ponto de se reestruturar no decorrer das interações,

---

<sup>132</sup> É melhor pensar em entrevistas etnográficas como uma série de conversas amistosas nas quais o pesquisador introduz lentamente novos elementos para ajudar os informantes a responder como informantes. (Tradução nossa).

ultrapassando a simples função instrumental de coleta de dados (MACEDO, 2010).  
Genericamente falando, uma entrevista pode se caracteriza por

[...] um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação. É um instrumento utilizado na investigação social, para a coleta de dados ou para ajudar no diagnóstico ou no tratamento de um problema social (MARCONI & LAKATOS, 2017, p. 84).

Para Spradley (1979) esta técnica de coleta de dados é uma ferramenta muito importante para o entendimento da realidade pesquisada, pois permite captar, no período corrente da pesquisa, informações com diferentes informantes e dos mais variados tópicos, uma vez que, como nos diz André (2012, p. 28), “as entrevistas têm a finalidade de aprofundar e esclarecer os problemas observados” e, com isso, melhor compreender alguns acontecimentos registrados, e contribuir para o entendimento dos significados que os entrevistados atribuem às situações com base nas conjecturas do pesquisador.

De acordo com Mattos *et al* (1993), citada por Ledes (2010), existem dois tipos fundamentais de entrevista: entrevista estruturada ou fechada, quando o entrevistador utiliza perguntas pré-determinadas e ordenadas em uma sequência não alterável; e entrevista semiestruturada ou aberta, quando o entrevistador, apesar de utilizar um roteiro para se guiar, tem liberdade e flexibilidade as perguntas, a ordem ou a estrutura tanto quanto se faça necessário no transcorrer da entrevista, que mais se assemelha a uma conversa guiada.

Nas pesquisas etnográficas, que se caracterizaram pela não linearidade e flexibilidade, as pesquisas abertas – que recebem a denominação de entrevistas etnográficas – são comumente utilizadas, de maneira simultânea à observação participante, como mecanismos de coleta de dados. Nas palavras de Lapassade (2005) a entrevista etnográfica

[...] é um dispositivo no interior do qual há uma troca que não é, como a conversação denominada de campo, espontânea e ditada pelas circunstâncias. Ela põe face a face duas pessoas cujos papéis são definidos e dissimétricos: o que conduz a entrevista e o que é convidado a responder, a falar de si (LAPASSADE, 2005, p. 79).

Ainda de acordo com autor supracitado, as entrevistas etnográficas podem ser identificadas sob três tipos diferentes. O primeiro tipo busca a elaboração de um relato de vida, no qual as experiências significativas da vida de um investigado servem de base

para que o pesquisador desenvolva uma autobiografia sociológica da vida desta pessoa a partir das experiências por ela relatadas.

Um segundo tipo de pesquisa etnográfica visa conhecer atividades, vivências e acontecimentos que não são observáveis de maneira direta e clara. Para isso, o pesquisador direciona a entrevista na busca por informações que possibilitem entender como essas dinâmicas afetam a rotina das pessoas investigadas e qual o grau de percepção destes indivíduos em relação aos acontecimentos pesquisados.

E, finalmente, um terceiro tipo de entrevista etnográfica que foca na coleta descritiva de pessoas ou categorias de situações pesquisadas, obtidas fazendo comparações entre os entrevistados. Ideal quando se estuda um número elevado de pessoas e se tem pouco tempo.

No que diz respeito à maneira pela qual se desenvolve, a entrevista etnográfica se assemelha à observação participante, pois em ambas o pesquisador precisa construir um relacionamento com os sujeitos pesquisados, ao mesmo tempo em que adota uma atitude flexível, não diretiva e informal que o possibilite desenvolver boas entrevistas (BOGDAN & BIKLEN, 1982; MACEDO, 2010).

*Good interviews are those in which the subjects are at ease and talk freely about their points of view. Good interviews produce rich data filled with words that reveal the respondents' perspectives. Transcripts are filled with details and examples. [...] There are no rules that you can always apply across all interview situations, but a few general statements can be made. Most important is the need to listen carefully. Listen to what the people say*<sup>133</sup>  
(BOGDAN & BIKLEN, 1982, pp. 104-105).

A partir das ideias apresentadas, entendemos que para a realização da presente investigação seria viável a realização de entrevista semiestruturada, pois “*with semi-structured interviews you are confident of getting comparable data across subjects*”<sup>134</sup> (BOGDAN & BIKLEN, 1982, p. 104), além desse tipo de entrevista apresentar uma intensa dinâmica interna, com abertura para mudanças de direcionamento durante o

---

<sup>133</sup> Boas entrevistas são aqueles em que os sujeitos estão à vontade e falam livremente sobre seus pontos de vista. Boas entrevistas produzem dados ricos, cheios de palavras que revelam as perspectivas dos respondentes. As transcrições estão cheias de detalhes e exemplos. [...] Não existem regras que você possa aplicar sempre a todas as situações de entrevista, mas algumas declarações gerais podem ser feitas. O mais importante é a necessidade de ouvir atentamente. Escute o que as pessoas dizem. (Tradução nossa).

<sup>134</sup> Com entrevistas semiestruturadas fica-se confiante em obter dados comparáveis entre os sujeitos. (Tradução nossa).

transcorrer da conversa, se assim se fizer necessário, buscando-se descrever os acontecimentos, atividades e dinâmicas cotidianas do ambiente pesquisado, bem como esclarecer pontos não facilmente observáveis na observação participante.

A pesquisa etnográfica não pode parecer um interrogatório, mas assemelhar-se mais a uma conversa informal guiada pelo pesquisador em harmonia com o entrevistado. Spradley (1979) explica que o pesquisador precisa tornar claro, para os entrevistados, os objetivos do estudo, bem como as questões durante a entrevista/conversa. A esse respeito o autor assinala três tipos de questões que o pesquisador deve levar em consideração no momento da organização do roteiro da entrevista etnográfica.

*a. Descriptive questions. This type enables a person to collect an ongoing sample of an informant's language. Descriptive questions are the easiest to ask and they are used in all interviews. [...]. b. Structural questions. These questions enable the ethnographer to discover information about domains, the basic units in an informant's cultural knowledge. They allow us to find out how informants have organized their knowledge. [...]. c. Contrast questions. The ethnographer wants to find out what an informant means by the various terms used in his native language. [...] Contrast questions enable the ethnographer to discover the dimensions of meaning which informants employ to distinguish the objects and events in their world. [...]*<sup>135</sup> (SPRADLEY, 1979, p. 60, destaques do autor).

Portanto, a entrevista etnográfica, assim como a observação participante devem girar em torno da confiança e guiadas pela curiosidade, para que possam auxiliar o pesquisador a conhecer as opiniões e percepções dos sujeitos em relação aos fatos estudados, pois a entrevista, ao lado da observação participante representa um instrumento básico para a coleta de dados em uma investigação etnográfica. O grande benefício da entrevista em relação a outros instrumentos de coleta é a possibilidade de captação corrente e imediata da visão do pesquisado sobre uma vasta variedade de tópicos, além de possibilitar a interação entre o investigador e o informante (LÜDKE & ANDRÉ, 2013).

Uma entrevista bem feita pode permitir o tratamento de assuntos de natureza estritamente pessoal e íntima, assim como temas de natureza complexa e de escolhas nitidamente individuais. Pode permitir o aprofundamento de pontos levantados por outras técnicas de coleta de alcance mais superficial. E torna

---

<sup>135</sup> **a. Questões descritivas.** Esse tipo permite que uma pessoa colete uma amostra contínua da linguagem de um informante. Questões descritivas são as mais fáceis de perguntar e são usadas em todas as entrevistas. [...]. **b. Questões estruturais.** Essas perguntas permitem ao etnógrafo descobrir informações sobre domínios, as unidades básicas do conhecimento cultural de um informante. Permitem descobrir como os informantes organizaram seus conhecimentos. [...]. **c. Questões de contraste.** O etnógrafo quer descobrir o que um informante entende pelos vários termos usados em sua língua nativa. [...] Perguntas de contraste permitem ao etnógrafo descobrir as dimensões de significado que os informantes empregam para distinguir os objetos e eventos em seu mundo. [...] (Tradução nossa).

também, o que a torna particularmente útil, atingir informantes que não poderiam ser atingidos por outros meios de investigação [...] permite correções, esclarecimentos e adaptações que a tornam sobremaneira eficaz na obtenção das informações desejadas (*Ibidem*, p. 34).

Nunan (1997) aponta-nos dois tipos fundamentais de entrevista: a) estruturada ou fechada, quando o pesquisador segue um caráter formal, com uma lista fechada e controlada de perguntas com respostas relativamente limitadas; e b) semiestruturada ou aberta, quando o pesquisador conduz a entrevista de maneira mais aberta e não segue um roteiro rígido e pré-estabelecido, apenas orienta-se por tópicos gerais de interesse, podendo alterar a estrutura ou a ordem das questões caso ache necessário, ou seja, “[...] *sa dynamique interne, son déroulement libre, va faire surgir une vérité*”<sup>136</sup> (LAPASSADE, 1992, p. 28).

Sendo assim, e diante do contexto e viés da presente investigação, pareceu-nos claro que precisávamos de esquemas menos estruturados, mais flexíveis e com maior liberdade para captar a realidade estudada e valorizar a fala individual dos participantes (MINAYO, 2014), optamos pela entrevista semiestruturada, acreditando que numa pesquisa etnográfica,

[...] a entrevista ultrapassa a simples função de coleta instrumental de dados no sentido positivista do termo. Comumente com uma estrutura aberta e flexível, a entrevista pode começar numa situação de total imprevisibilidade em meio a uma observação ou em contatos fortuitos com os participantes. Pode, assim, estruturar-se no desenrolar das interações, como é comum nas pesquisas participantes (MACEDO, 2010, pp. 102-103).

A escolha por essa modalidade de pesquisa possibilitou aos entrevistados a liberdade para falar de suas experiências, sem, no entanto, fugir do foco principal da investigação e a este pesquisador viabilizou captar as representações, os sentidos e as experiências construídas pelos atores a partir do ponto de vista de quem os descreviam, em encontros *tête-à-tête*, configurando o que Bogdan e Taylor (1996) caracterizam como “entrevista em profundidade”. Nessa perspectiva, entrevistamos os participantes do Clube de Astronomia – orientador e aprendizes.

As entrevistas foram realizadas entre os meses de fevereiro e março de 2018, quase no final do período de observação, quando já se configurava uma relação de confiança entre o pesquisador e os sujeitos pesquisados, uma vez que à medida que se aumenta o

---

<sup>136</sup> [...] sua dinâmica interna, seu curso livre, trará uma verdade. (Tradução nossa).



tempo de convivência, aumenta-se proporcionalmente a confiança e a relação transfigura-se menos formal (BOGDAN & BIKLEN, 1994), deixando aflorar possíveis detalhes não externados no início das observações.

As entrevistas ocorreram nas dependências do Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Pesqueira, de acordo com oportunidades surgidas durante as observações e previamente agendadas de acordo com a disponibilidade. Em nenhum momento seguimos roteiros pré-estabelecidos, apenas fizemos uso de tópicos gerais para orientação da entrevista/conversa e para possibilitar a precisão da fala dos sujeitos da pesquisa, as entrevistas/conversas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas.

#### **4.5.2.1. Registro em áudio e transcrições das entrevistas/conversas**

Os dados que podem ser analisados, tendo como procedimento de coleta uma entrevista, são inúmeros e o produto verbal transcrito é um dos possíveis recortes desses dados.

Eduardo José Manzini

Todas as entrevistas/conversas realizadas durante o período de trabalho de campo desta investigação foram registradas em áudio (APÊNDICE C) para que as falas dos entrevistados fossem analisadas integral e precisamente.

A decisão de fazer registro das entrevistas em áudio passa pelo fato de que por meio deste recurso podem-se captar todos os elementos da comunicação, como entonação de voz e suas variações, silêncios reflexivos, possíveis vacilações, presença ou não de rispidez, marcar o ritmo da fala, além de preservar o conteúdo original e a aumentar a precisão dos dados coletados (ROJAS, 1999; MANZINI, 2012).

Em relação ao momento da entrevista, Magnani (1986), lembra que o pesquisador precisa atentar às expressões do entrevistado que, algumas vezes, podem deixar transparecer verdades ocultas na fala ou simulações de conceitos não comumente utilizados no cotidiano, mas apresentados para agradar o entrevistador ou mascarar

alguma situação. Por isso, todas as informações merecerem um tratamento em profundidade e serem comparadas aos demais discursos, na busca pela fidedignidade dos resultados.

Finalizadas as entrevistas, debruçamo-nos sobre outro ponto de extrema importância: as transcrições das falas dos entrevistados. Nesta investigação, as falas foram transcritas *ipsi literis* (APÊNDICE D), e tendo, posteriormente, alguns vícios de linguagem e excessos excluídos para facilitar a clareza ao texto.

Segundo Queiroz (1983), a transcrição configura-se na conversão de um documento primordial (em áudio) em um segundo documento (escrito), que precisa estar em total conformidade com o documento inicial. “A transcrição terá como meta transpor algo sonoro, que pode ser escutado e reescutado, algo que foi vivenciado, para uma representação gráfica, que passará a ser objeto de análise por parte do pesquisador” (MANZINE, 2008, p. 7).

Em relação a quem deve realizar as transcrições, Queiroz (*Op. cit.*) e Bardin (1997) defendem que o próprio pesquisador deve transcrever as entrevistas, e que este ato proporciona uma primeira reflexão – uma pré-análise – sobre os dados, pois, nesse momento, como transcritor, o pesquisador encontra-se na “[...] invejável posição de ser ao mesmo tempo interior e exterior à experiência” (QUEIROZ, 1983, p. 84).

Com o objetivo de preservar a identidade e a privacidade dos entrevistados – da mesma maneira que nas anotações no diário de campo – foram atribuídas siglas aos participantes, uma vez que “a identificação por siglas ou letras dos entrevistados é uma característica importante na transcrição e na apresentação dos trechos das transcrições nos trabalhos de pesquisa” (MANZINE, 2008, p. 11).

Nesse sentido, as siglas atribuídas aos participantes, e que são utilizadas ao longo de todo o trabalho são as seguintes:

O – Orientador

A1 – Aprendiz 1

A2 – Aprendiz 2

A3 – Aprendiz 3

A4 – Aprendiz 4

A5 – Aprendiz 5

A6 – Aprendiz 6

A7 – Aprendiz 7

A8 – Aprendiz 8

Com esses critérios em mente desenvolvemos entrevistas/conversas com os participantes da pesquisa e as posteriores transcrições das mesmas na busca por entender os significados que os entrevistados atribuem às questões e situações de sua vivência cotidiana.

Na presente investigação tivemos a observação participante e a entrevista etnográfica como principais métodos de coleta de dados. No entanto, buscando a maior credibilidade e comprovação possível das informações, a análise de alguns documentos coletados durante o estudo mostrou-se relevante à compreensão do fenômeno estudado.

#### 4.5.3. Análise documental

A análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema.

Menga Lüdke e Marli André

Paralelamente à observação participante e da entrevista etnográfica recolhemos e analisamos alguns documentos durante a investigação. De acordo com Lapassade (1992) há duas categorias de documentos que podem ser utilizados na investigação qualitativa: documentos oficiais e pessoais. E, na mesma obra, esclarece essas duas categorias de documentos:

*a) Documents officiels – Ce sont les registres, les emplois du temps (horaires), les comptes-rendus de réunions, les documents confidentiels concernant les élèves, les manuels scolaires, les périodiques et les revues, les enregistrements scolaires, les archives et statistiques, les tableaux d'affichage, les lettres officielles, les documents d'examens, les fiches de travail, les photographies.*

*b) Les documents personnels – Ce sont les journaux intimes, les cahiers de brouillon des élèves, les graffiti, les lettres et les notes personnelles. Les*

*productions personnelles des élèves, surtout lorsqu'elles contiennent un aspect personnel important, peuvent fournir des indications très valables sur leurs opinions et attitudes par rapport à toute une gamme de thèmes [...]*<sup>137</sup> (LAPASSADE, 1992, pp. 31-32).

O autor supracitado destaca ainda a relevância dos documentos produzidos pelo pesquisador durante a investigação, especialmente as “notas de campo” e as entrevistas, pois estes documentos podem conter detalhes sobre concepção e o desenvolvimento da pesquisa, além de expor a relação do investigador com os participantes do estudo e apontar falhas e erros.

Corroborando com Lapassade (*Op. cit.*), Macedo (2000; 2010) refere-se à importância do diário de campo enquanto documento a ser analisado. De fato, esse documento detalha as idealizações e implicações do pesquisador durante o processo investigativo, “ou seja, é um instrumento mediador de uma formação científica em processo” (MACEDO, 2010, p. 110).

No conteúdo desse gênero de documento, aparecem comumente as confrontações do investigador com o inusitado, com o imprevisto, no sentido do registro da emergência de realidades confusas, obscuras e contraditórias, correntes em qualquer prática de pesquisa em que a ação humana seja privilegiada. Enfim, pela cotidianidade da pesquisa relatada no diário de campo, resistências e assimilações são documentadas, mostrando que fazer ciência não implica linearidade e previsibilidade perfeitas, mas *aventura pensada* com responsabilidade e ética (*Idem*, destaque do autor).

Lüdke e André (2013), referindo-se a trabalhos de Holsti (1969), citam três situações fundamentais em que o uso da análise de documentos é apropriado, a saber:

- a) quando há problema de obtenção de dados por limitações de deslocamento ou tempo por parte do pesquisador, por morte de algum dos sujeitos investigados ou por dificuldades de acesso ao campo de investigação;
- b) quando se pretende validar e confirmar informações coletadas por meio de outras técnicas como observações e entrevistas, por exemplo, aumentando a confiabilidade dos resultados.

---

<sup>137</sup> a) Documentos oficiais – São os registros, o uso do tempo (horários), as atas das reuniões, documentos confidenciais sobre os estudantes, livros, periódicos e revistas, registros escolares, arquivos e estatísticas, cartazes, cartas oficiais, documentos do exame, planilhas, fotos.

b) Documentos pessoais – São as agendas, cadernos de rascunho dos alunos, grafites, cartas e notas pessoais. Produções pessoais dos alunos, especialmente quando eles contêm um aspecto pessoal significativo, podem fornecer informações valiosas sobre seus pontos de vista e atitudes para uma variedade de tópicos. (Tradução nossa).

c) quando o pesquisador pretende utilizar as expressões dos investigados para estudar o problema e, para isso, pode fazer uso de tudo que foi produzido de forma escrita pelos sujeitos, como diários pessoais, redações, cartas, artigos científicos, planos de aula, etc.

Ademais, a análise documental proporciona acesso a fontes estáveis de informação, que sobrevivem ao tempo, podem ser consultadas quantas vezes houver necessidade, sem custo ou com custo bem reduzido e de forma não reativa (GUBA & LINCOLN, 1992). Em outras palavras, uma fonte tão rica de informações a cerca da natureza do contexto investigado não deve ser ignorada, independente dos métodos escolhidos para coleta de dados, uma vez que, como expressa Blumer (1992), um documento é um “fixador de experiências”, e como tal

[...] revelador de inspirações, sentidos, normas e conteúdos valorizados, [...] é uma fonte quase indispensável na compreensão/explicação da instituição educativa. Justifica-se, ademais, partindo-se da premissa de que é na escola moderna que a cultura gráfica veio de vez sedimentar-se e é através dela, predominantemente, que obtém e valia seus produtos. Poderíamos dizer, contemporaneamente, que não é possível vida escolar sem um processo de documentação desta. Aí está, entendemos, uma fonte seminal as ser acordada por aqueles que, abraçando a etnopesquisa crítica, dos meios educacionais e sua metodologia, querem compreender em profundidade a ação de educar suas linguagens e inteligibilidades (MACEDO, 2000, p. 172).

Dessa forma, no âmbito da análise documental desta investigação, fizemos uso do Regimento Interno do Clube de Astronomia Vega (ANEXO 4) e de registros fotográficos (APÊNDICE F). Além disso, em se tratando do vivido pelo investigador, também se inclui o diário de campo como documento de pesquisa (APÊNDICE E).

Terminada a etapa de coleta de informações, a integralidade da atenção se transferiu à análise dos dados coletados. Corroboramos com o pensamento de autores como Spradley (1979), Bogdan e Biklen (1982; 1994), Lapassade (1992), Macedo (2000; 2010) que afirmam que, em pesquisa etnográfica, embora a análise aconteça durante todo o processo investigativo, é no período pós-coleta de dados que ela se intensifica e é quando o pesquisador precisa redobrar a atenção para garantir a fidedignidade, validade e credibilidade dos resultados.

#### 4.6. Validação dos dados e a credibilidade do processo investigativo

É fundamental que todo o investigador em educação se preocupe com a questão da fiabilidade e validade dos métodos a que recorre sejam eles de cariz quantitativo ou qualitativo, porque sem rigor a investigação não tem valor, torna-se ficção e perde a sua utilidade.

Clara Pereira Coutinho

Garantir a validação dos dados coletados e a credibilidade do processo investigativo é um procedimento tão complexo quanto desafiador para o investigador. Coutinho (2008) e Fino (2008b) deixam bem claro que a validade dos dados está diretamente relacionada com a habilidade do pesquisador em saber lidar com todas as nuances durante o processo investigativo, bem como sua capacidade de manter a coerência durante as fases do estudo, desde a formulação das questões da investigação, passando pela revisão de literatura, coleta, análise e interpretação dos dados, até a redação final. Ou seja,

A pesquisa é tão boa quanto o investigador. É a sua criatividade, sensibilidade, flexibilidade e destreza em utilizar as estratégias de verificação que determinam a validade e fiabilidade do estudo qualitativo. [...] Por isso é fundamental que o investigador permaneça aberto, [...], sempre pronto a pôr de lado ideias com pouco suporte mesmo que de início o tivessem entusiasmado pelo potencial que pareciam conter. São essas qualidades ou actos que são capazes de produzir conhecimento científico e que são cruciais para que um estudo qualitativo seja válido e fiável (COUTINHO, 2008, p. 12).

De facto, a validade e a riqueza de significado dos resultados obtidos dependem directamente e em grande medida da habilidade, disciplina e perspectiva do observador, e é essa, simultaneamente, a sua riqueza e sua fraqueza (FINO, 2008b, p. 4).

Para Tuckman (2002), a tarefa de assegurar a validade dos dados em uma pesquisa qualitativa deve levar em consideração dois fatores principais: a validação interna e a validação externa. Para esse autor, a validação interna, que Coutinho (2008) chama de “credibilidade da investigação”, refere-se ao quanto às construções e reconstruções dos fenômenos estudados são bem reproduzidas pelo pesquisador, e o quanto descrevem fidedignamente a realidade a partir do ponto de vista dos participantes do estudo, ou seja, propõe que os resultados sejam submetidos à aprovação daqueles que, de fato, são os verdadeiros construtores da realidade investigada (LINCON & GUBA, 1991).

Enquanto a validação interna influencia a nossa certeza pessoa em relação à pesquisa, a validação externa, da qual Tuckman (*Op. cit.*) se refere aparece como um fator exterior, somente alcançado quando os resultados obtidos em um determinado contexto de investigação possam vir a ser aplicáveis em outro contexto análogo, algo de difícil aplicabilidade em pesquisa qualitativa, em parte pela constante interação e forte inerência existente entre pesquisador e pesquisados nesse tipo de estudo. Sendo assim, esse tipo de validação, que nas pesquisas quantitativas é chamada de generalização, no plano qualitativo são mais usados termos como “transferibilidade” (LINCON & GUBA, 1991) ou “generalização naturalista” (STAKE, 1995).

De fato, garantir a validade e a credibilidade dos dados numa investigação etnográfica não é tarefa fácil. No entanto, para auxiliar o trabalho do pesquisador nessa jornada, Coutinho (2008) apresenta cinco estratégias que podem assegurar tanto a validade quanto a confiabilidade do processo de coleta e análise dos dados. São elas:

1. **Coerência metodológica** – Seguindo os princípios desta estratégia de verificação recomenda-se que o pesquisador atente à articulação harmoniosa entre a questão inicial da investigação e a metodologia utilizada na pesquisa, uma vez que em se tratando de uma pesquisa qualitativa de cunho etnográfico, pela sua natureza interativa, o problema precisa se adaptar aos métodos e estes ao processo de análise dos dados.
2. **Amostragem teórica adequada** – A amostragem teórica – formada pelos participantes que melhor retratam o que se busca no estudo – deve ser adequado aos fins da pesquisa, o que garante o mínimo de perdas de informações, garante a eficiência e confirma a saturação dos dados<sup>138</sup>, que, por sua vez, “[...] assegura a replicação das categorias; a replicação verifica e assegura a compreensão e que o processo está completo” (COUTINHO, 2008, p. 12).
3. **Processo de coleta e análise dos dados de forma interativa** – A credibilidade e a validade dos resultados de uma pesquisa qualitativa (especialmente com viés etnográfico) adquirem-se, em grande parte, pela interação entre os dados e a análise, ou seja, da capacidade do pesquisador de coletar, interpretar e confrontar dados

---

<sup>138</sup> Saturação dos dados é um recurso metodológico que aponta para a suficiência das informações, ou seja, que o processo de coleta de dados terminou e que se pode iniciar a análise final do *corpus* empírico da pesquisa (MACEDO, 2000).

provenientes de múltiplas fontes<sup>139</sup>, para que possa chegar ao que se deseja conhecer a partir do que se conhece.

**4. Capacidade de pensar de forma teórica** – Uma pesquisa qualitativa não segue um processo linear, ou seja, no transcorrer do processo investigativo as ideias revelam-se a partir dos dados e precisam de confirmação por novos dados, que, por sua vez, originam novas ideias que necessitam de aferição pelos dados anteriormente coletados, o que leva o pesquisador andar para frente e para trás no percurso. Esse processo de avançar e regressar, pensar e repensar, analisar e reanalisar, comparar e confrontar requer uma base teórica sólida, capaz de sustentar a validade a interpretação dos dados, bem como manter a linha e o foco de investigação.

**5. Desenvolver teorias** – O desenvolvimento de teorias bem fundamentadas, lógicas, conscientes e amplas, atua como forma de validação dos dados e atribui credibilidade ao processo investigativo, à medida que essas teorias tendem a evolui de uma compreensão micro de dados para uma perspectiva macro teórica e conceitual.

Estas estratégias de verificação apontadas por Coutinho (*Op. cit.*) buscam nortear o pesquisador no sentido de apontar caminhos para que este assegure a validade e a credibilidade ao longo de todo o processo investigativo e não apenas a *posteriori*. Todavia, temos que lembrar que, quando se trata de investigação qualitativa, validade e credibilidade, embora muito próximos, não são processos sinônimos e nem tampouco indissociáveis. Uma metodologia que apresentar validade sempre terá credibilidade, mas, por outro lado, o método investigativo pode ter confiabilidade e não passar pelos crivos da validação (BELL, 2008).

Assim, levando em consideração todos os pontos expostos e o trabalho realizado e aqui apresentado por este pesquisador no papel de observador participante durante doze meses imerso no campo de investigação, leva a confiar na fidedignidade do processo investigativo e nos resultados retratados no capítulo seguinte deste estudo.

---

<sup>139</sup> Os dados coletados de múltiplas fontes durante o processo investigativo foram triangulados, na busca por uma coerência avaliativa do mesmo fenômeno. No capítulo 5 deste trabalho detalha-se como se deu o processo de triangulação dos dados neste trabalho.



## Sumário do capítulo

Este capítulo teve como objetivo principal descrever a abordagem teórico-metodológica empregada neste estudo. Para atingir esse propósito, expomos o desenvolvimento do processo investigativo por etapas, iniciando pelo diagnóstico do problema inicial, configurado sob a forma das questões da investigação – principal e secundárias –, a partir das quais definimos os objetivos da pesquisa – geral e específicos – e assim podemos estabelecer o *design* teórico-metodológico da investigação.

Na sequência apresentamos a justificativa para a realização da investigação, caracterizamos o Clube de Astronomia Vega como o *locus* do estudo e seus membros como os participantes da pesquisa, bem como descrevemos como se deu o processo de acesso ao campo.

Ora, sendo o *locus* do estudo um ambiente educacional com toda heterogeneidade e subjetividade comuns a esse tipo de contexto, procuramos procedimentos metodológicos com capacidade de captar toda a multiplicidade de relações e dinâmicas desenvolvidas nas práticas pedagógicas que buscávamos observar. Logo, a metodologia da investigação encaminhou-se para uma etnografia da escola, nos termos que Lapassade (1992) a definiu.

Para potencializar a metodologia escolhida optamos pela observação participante com registro em diário de campo, a entrevista etnográfica com gravação de áudio e a análise documental como instrumentos de coleta de dados e por acreditar que estes instrumentos apresentavam a flexibilidade necessária para uma coleta de dados objetiva, aberta, não diretiva e que valorizasse o ponto de vista dos participantes.

Por fim, ao discutirmos o papel do investigador numa pesquisa etnográfica, definimos alguns critérios para garantir os princípios éticos, a validação, interpretação e análise dos dados coletados, bem como a credibilidade de todo o processo investigativo, algo tão importante quanto à escolha dos procedimentos metodológicos.

Bem, definido o problema, os objetivos, os procedimentos teórico-metodológicos e tendo alcançado a saturação dos dados, iniciamos o processo de análise e interpretação do conjunto do *corpus* empírico, que, embora aconteça durante toda a pesquisa é no

período pós-coleta que se intensifica. A descrição desse processo, assim como os resultados obtidos são apresentados no próximo capítulo.

## **CAPÍTULO 5 – ANÁLISE, INTERPRETAÇÃO DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS (RESPONDENDO ÀS QUESTÕES)**

Todo estudo científico tem por objetivo retratar a realidade investigada da maneira mais fidedigna possível. Para isso, o pesquisador precisa ficar atento a todas as etapas do processo investigativo – acesso ao campo, coleta, organização, categorização, codificação e interpretação dos dados, e tratamento dos resultados – na busca por responder às perguntas iniciais da investigação (SPRADLEY, 1979; BOGDAN & BIKLEN, 1994; LÜDKE & ANDRÉ, 2013), considerando todo o conjunto de rotinas, convicções, crenças, valores e artefatos que dão significado à cultura investigada (FINO, 2003).

É notório que o trabalho de análise dos dados, em uma pesquisa etnográfica, acontece durante todo o processo investigativo, no entanto é ao final do trabalho de campo que essa análise se intensifica (MACEDO, 2010). Sendo assim, para efeito didático, podemos organizar o processo de análise dos dados em três etapas básicas: pré-análise, exploração do material, tratamento e interpretação dos resultados (BARDIN, 1997).

Nesta perspectiva, realizada a pré-análise, utilizando-se da técnica da triangulação e levando em consideração os objetivos da pesquisa e as questões a serem respondidas, as unidades analíticas emergentes do tratamento do *corpus* empírico foram agrupadas em nove categorias por afinidade, a saber: motivação, ambiente, cooperação, dinamismo, autonomia, interações sociais, socialização do conhecimento, inovação pedagógica e aprendizagem.

Feita a categorização dos indicadores, que surgiram ou foram confirmados durante todo o processo de análise, foi possível avançar à fase de interpretação dos resultados, ou seja, à tentativa de responder às questões inicialmente propostas nesta investigação.

O processo de análise e interpretação dos dados referentes a este estudo seguiu os critérios do método indutivo, respeitando os níveis de análise etnográfica recomendados por Spradley (1979), as considerações apresentados por Lapassade (1992) e reforçadas

por Fino (2003), sobre o trabalho de análise de dados na etnografia da escola, assim como as etapas referentes ao processo analítico apresentadas por Macedo (2010).

Por fim, cabe destacar que a análise dos dados que configuram este capítulo foi organizada de forma textual, buscando entrelaçar os resultados obtidos no processo – caracterizados pelos indicadores emergentes e categorias de análise – às respostas das questões levantadas no início da investigação e que, no seu âmago, representam a descrição da cultura presente no ambiente do Clube de Astronomia Vega.

### 5.1. Análise dos dados

*Ethnographic analysis is the search for the parts of a culture and their relationships as conceptualized by informants. Most of the time this internal structure as it is known to informants remains tacit, outside their awareness. The ethnographer has to devise ways to discover this tacit knowledge.*<sup>140</sup>

James Spradley

O processo de análise consiste em organizar sistematicamente todos os dados obtidos – notas de campo, transcrições de entrevistas, documentos coletados e outros materiais que possam ter sido acumulados no decorrer da pesquisa – com o objetivo de aumentar a compreensão desses dados e apresentar os resultados provenientes deles aos outros, ou seja, “analysis involves working with the data, organizing them, breaking them into manageable units, coding them, synthesizing them, and searching for patterns”<sup>141</sup> (BOGDAN & BIKLEN, 1982, p. 159).

Nas palavras de Lüdke e André (2013),

Analisar os dados qualitativos significa “trabalhar” todo o material obtido durante a pesquisa, ou seja, os relatos de observação, as transcrições de

---

<sup>140</sup> A análise etnográfica é a busca pelas partes de uma cultura e suas relações, conforme conceituadas pelos informantes. Na maioria das vezes, essa estrutura interna, como é conhecida pelos informantes, permanece implícita, fora de sua consciência. O etnógrafo tem que encontrar maneiras para descobrir esse conhecimento implícito. (Tradução nossa).

<sup>141</sup> A análise envolve o trabalho com os dados, organizando-os, dividindo-os em unidades gerenciáveis, codificando-os, sintetizando-os e procurando padrões. (Tradução nossa).

entrevistas, as análises de documentos e as demais informações disponíveis. A tarefa de análise implica, num primeiro momento, a organização de todo o material, dividindo-o em partes, relacionando essas partes e procurando identificar nele tendências e padrões relevantes. Num segundo momento essas tendências e padrões são reavaliados buscando-se relações e inferências num nível de abstração mais elevado (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, p. 45).

Logo após a organização dos dados coletados se faz necessária leituras e releituras desse material para que não se perca o foco do estudo. Nessa fase, o objetivo é dar ao material uma estrutura que permita ao investigador avançar para a análise final, ou seja, a produção de conceitos e teorias (LAPASSADE, 1992). Segundo Macedo (2000),

[...] uma das primeiras tarefas na análise dos dados de uma etnopesquisa é o exame atento e extremamente detalhado das informações coletadas no campo de pesquisa. Este ato constitui a primeira etapa do processo de análise e de interpretação. Os grandes eixos daquilo que emergirá da análise e da interpretação podem, por assim dizer, estar contidos em germe nas questões formuladas já na elaboração do projeto de pesquisa, projeto este que deve estar calçado, numa experiência prévia e significativa, com a temática e com o objeto de estudo a ser analisado (MACEDO, 2000, p. 202).

Para alcançar esse objetivo realizamos uma análise de natureza indutiva, pois acreditamos que “a análise através do método indutivo<sup>142</sup>, [que] parte do particular, da observação minuciosa de fenômenos da realidade para se chegar à generalização” (LEDES, 2010, p. 293), se configurou como o método mais adequado para entender o contexto investigado.

Spradley (1979) sustenta que a análise dos dados seja simultânea à coleta, pois, segundo ele, essa simultaneidade além de favorecer o entendimento do contexto investigado possibilita ao pesquisador coletar dados complementares caso ache necessário o que tende a facilitar a sequência da análise.

A este propósito, o autor supracitado defende que o tratamento dos dados de pesquisa etnográfica deve seguir quatro níveis de análise, a saber: **nível de domínio**, que se configura a partir das anotações resultantes das primeiras observações em campo; **nível taxonômico**, que surge quando o investigador começa a dar uma hierarquia organizacional aos dados coletados junto aos participantes; **nível componencial**, ocorre

---

<sup>142</sup> O método indutivo de análise foi proposto pelos empiristas britânicos Francis Bacon (1561-1626), Thomas Hobbes (1588-1679), John Locke (1632-1704) e David Hume (1711-1776). No entanto, foi o italiano Galileu Galilei (1564-1642) que, ao defender a possibilidade de se chegar a uma lei geral partindo do estudo de casos particulares, lançou as bases da indução experimental (FERREIRA, 1998; LEDES, 2010). Para Cohen *et al* (2007) o método indutivo é o mais adequado em uma análise de pesquisa de natureza qualitativa porque esse tipo de investigação é influenciada por valores inerentes ao contexto, bem como pela escolha do paradigma que orienta a investigação do problema.

quando o pesquisador precisa buscar novos dados para validar questões levantadas durante a investigação; e **nível de temas**, que se verifica quando as ligações conceituais surgidas nos demais níveis oferecem uma visão global da cultura investigada (SPRADLEY, 1979).

Macedo (2010) esclarece que embora a análise dos dados etnográficos aconteça durante todo o processo de investigação é no momento em que o pesquisador foca na construção analítica que essa análise se substancia mais e origina um conjunto estável e pluralista de conhecimentos, necessitando várias avaliações do mesmo fenômeno, pois, como bem nos lembra Lapassade (1992, p. 33), *“dans l'activité de ‘collecte’ il y a déjà une activité réflexive qui va informer la suite de la collecte, etc. Mais l'essentiel de l'analyse (dans la conception classique de l'ethnographie) se fait après un long séjour sur le terrain et après la collecte des données.”*<sup>143</sup>

Essa análise paralela à coleta de dados (pré-análise) mostra-se importante pois, na medida em que a investigação avança, as linhas de questionamento que o pesquisador havia delimitado *a priori* podem mudar em decorrência de eventos ocorridos no local da pesquisa e/ou do aparecimento de novas evidências reveladas durante a coleta dos dados. Nesse sentido, Mattos (2011b) apresenta algumas questões que o pesquisador precisa ter em mente no decorrer de todo o processo analítico de um trabalho etnográfico. Segundo a autora são estas as questões:

1) o que está acontecendo, especificamente, numa ação social que ocorre num lugar ou situação particular?; 2) o que estas ações significam para os atores envolvidos nelas, no momento em que estas ações aconteceram?; 3) como os acontecimentos são organizados dentro dos padrões sociais de organização e dos princípios culturais aprendidos para a conduta no dia-a-dia?; 4) são as pessoas envolvidas no local onde a ação ocorreu consistentemente presentes uns para os outros constituindo ambiente significativo um para o outro?; 5) como o que está acontecendo num lugar, sala de aula (como um todo) se relaciona com acontecimentos ocorridos em outros níveis do sistema, fora ou dentro deste local (escola, família da criança, o sistema escolar, federal, estadual)? e, 6) como as ações rotineiras da vida num local determinado é organizado comparado com outras ações ou modos de organização social de vida numa abrangência maior de lugares no tempo e no espaço? (MATTOS, 2011b, pp. 66-67).

Considerando as questões referidas e levando em consideração o ambiente educacional desta investigação enunciamos algumas razões como resposta aos questionamentos

---

<sup>143</sup> Na atividade de “coleta” já existe uma atividade reflexiva que informará a continuação da coleta, etc. Mas a maior parte da análise (na concepção clássica da etnografia) é feita após uma longa permanência no campo e após a coleta de dados. (Tradução nossa).

supracitados: 1) a necessidade de atentar sobre o que acontece numa ação social e num lugar particular, tornando estranho o familiar para entender a rotina diária; 2) buscar compreender as práticas (pedagógicas e sociais) desenvolvidas pelos atores investigados; 3) estudar os acontecimentos *in loco*, considerando os padrões sociais e culturais para entender o significado dos acontecimentos; 4) olhar com atenção para a interação e a cooperação que acontece entre os atores; 5) procurar um entendimento comparativo entre o local da ação e um contexto mais amplo; 6) desenvolver uma comparação etnológica.

Referindo-se à análise dos dados em uma pesquisa etnográfica, Fino (2003), por sua vez, destaca a importância da capacidade interpretativa do investigador durante todo o processo investigativo e, em especial, no tratamento dos dados, para o êxito de uma pesquisa etnográfica, visto que uma cultura não pode ser analisada isoladamente, mas como parte de um contexto onde seus integrantes se relacionam entre si e com o meio no qual se encontram inseridos.

Assim, durante o processo de análise procuramos considerar toda a gama de rotinas, valores, crenças, convicções e artefatos que dão significado à cultura investigada. Também levamos em consideração o fato de que cada cultura é um sistema dinâmico, onde seus membros estão interagindo com seus pares continuamente. Nesse contexto, Fino (*Op. cit.*) enfatiza alguns elementos culturais que não podem ser ignorados pelo pesquisador durante o tratamento dos dados, os quais, pela relevância, reproduzimos:

a) as pessoas intervenientes e respectivos papéis sociais; b) a organização e as rotinas de funcionamento; c) o tipo de tarefas desempenhadas (pelos alunos e pelos professores), as aprendizagens propostas e os seus pressupostos curriculares; d) os tipos de interação aceites ou estimulados entre os membros da turma (alunos e professores); e) as crenças e as convicções que se partilham (incluindo o que os professores pensam sobre educação) e o modo como o conhecimento é negociado e partilhado; f) os artefactos que se produzem e os utensílios (incluindo a linguagem) que se manipulam; g) a permeabilidade (maior ou menor) da cultura local à cultura circundante (FINO, 2003, pp. 7-8).

Citando estudos de Bardin (1997)<sup>144</sup> sobre o trabalho com análise de conteúdo, Macedo (2010) expõe, em cinco etapas básicas, o caminho didático comumente seguido na

---

<sup>144</sup> Bardin (1997) especifica três etapas básicas que norteiam o trabalho com análise de conteúdos, que são: “1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação” (p. 95).

análise dos dados em uma pesquisa etnográfica. Etapas estas que apresentamos, na sequência, de forma resumida:

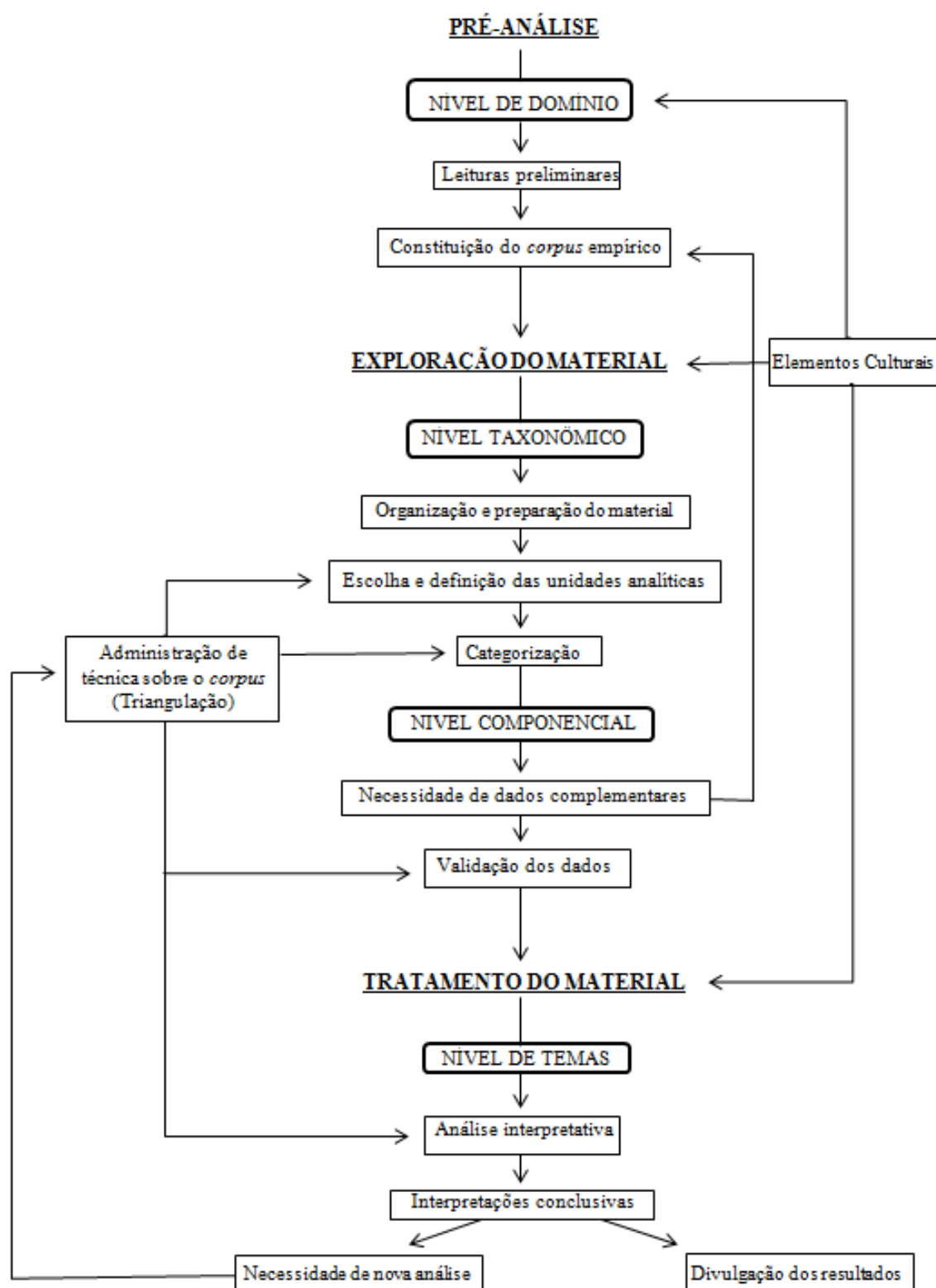
1. **Leituras preliminares e determinação de enunciados** – Nesta primeira etapa da análise de dados o *corpus* empírico é lido e relido em diferentes momentos na busca por enunciados e unidades de informação que resultarão nas categorias de análise. É um momento de familiarização com o material coletado.
2. **Escolha e definição das unidades analíticas** – Nesta etapa são construídas as unidades de significação ou unidades de contexto. Estas unidades, que podem ser palavras, frases ou expressões, possibilitam ao pesquisador organizar contextos particulares em torno de significações específicas.
3. **Processo de categorização ou definição das noções subsunçoras**<sup>145</sup> – É a etapa na qual o pesquisador reorganiza o material coletado, reagrupando-o em categorias, que se configuram como uma espécie de denominadores comuns que englobam e organizam os enunciados e as unidades analíticas. Estas categorias resultam do *corpus* analisado a partir de semelhanças de sentidos dos temas emergentes, sendo, portanto, mutáveis à medida que a análise avança.
4. **Análise interpretativa** – Esta etapa se caracteriza pelo surgimento dos conteúdos significativos a partir do esforço interpretativo das categorias de análise. Este *corpus* forma argumentos capazes de possibilitar a compreensão do contexto pesquisado.
5. **Interpretações conclusivas** – Por fim, nesta etapa final, surgem as conclusões do estudo, levando em consideração os pressupostos teóricos revisados, a coleta, a análise e a interpretação dos dados.

O desenvolvimento da análise dos dados referentes a este estudo seguiu os critérios do método indutivo e levou em consideração os níveis de análise etnográfica propostos por Spradley (1979), as considerações sobre análise de dados da etnografia escolar apresentados por Lapassade (1992) e reforçadas por Fino (2003), bem como as etapas sobre o trabalho de análise apresentadas por Macedo (2010). Diante disso, desenvolvemos o processo de análise dos dados, como esquematizado no diagrama abaixo:

---

<sup>145</sup> Macedo (2010) recomenda a substituição do termo “categorias de análise” por “noções subsunçoras ou perspectivas”. Para este trabalho, no entanto, mantemos a nomenclatura clássica de “categorias de análise”.





**FIGURA 3:** Processo de análise dos dados

Nessa perspectiva, as anotações do diário de campo foram digitalizadas (APÊNDICE E) e as entrevistas/conversas gravadas em áudios foram transcritas (APÊNDICE D). O tratamento dos dados se desenvolveu a partir do material textual, pois assim como Macedo (*Op. cit.*), consideramos que no processo de análise e interpretação

[...] o texto é um subsídio que predomina: quem produz o texto lida com as ideias de seu tempo e da sociedade em que habita; a existência e suas condições fazem surgir as concepções, ideias, crenças e valores; o texto assimila as ideias da época, mas também tem seu papel instituinte de estabelecimento de rupturas e de contradições. [...] Nesse sentido, há nos conteúdos de um texto um vivo processo instituinte que numa pesquisa deve tornar-se objeto do esforço interpretativo (MACEDO, 2010, p. 149).

Sendo assim, o tratamento do *corpus* textual de dados teve início com leituras sucessivas das anotações do diário de campo e das transcrições das entrevistas/conversas, acrescentando-as de observações e inferências que pudessem vir a auxiliar na definição das unidades analíticas, lembrando que, “para formular essas categorias iniciais, é preciso ler e reler o material até chegar a uma espécie de ‘impregnação’ do seu conteúdo” (LÜDKE & ANDRÉ, 2013, p. 48, destaque das autoras).

Esta fase da análise requer bastante atenção por parte do investigador, pois é este o momento mais apropriado para focalizar no estudo e delimitar a problemática evidenciada. No entanto, “essa decisão sobre quais devam ser os focos específicos de investigação não é fácil. Ele se faz, sobretudo, através de um confronto entre o que pretende a pesquisa e as características particulares da situação estudada” (*Ibidem*, p. 46), ou seja, a definição dos indicadores acontece relacionando às questões iniciais e os objetivos da pesquisa à realidade observada durante o processo investigativo (SKAKE, 1981).

Faz-se importante destacar ainda que, durante todo o processo de tratamento dos dados, procuramos levar em consideração os elementos culturais por considerar sua relevância no entendimento do contexto investigado (FINO, 2003), uma vez que a análise, especialmente em se tratando de uma pesquisa etnográfica, não deve se restringir ao que está explícito no material coletado, mas procurando desvendar o que se encontra implícito em mensagens, contradições e temas “silenciosos” (LÜDKE & ANDRÉ, 2013).

Tendo em mente que a etapa mais formal e profunda do processo de análise se inicia com o encerramento da coleta de dados e considerando o tempo de imersão no campo de investigação<sup>146</sup>, começamos a ponderar, a partir das questões norteadoras da pesquisa, sobre a relevância dos dados já coletados. Tal reflexão apontou para a “saturação dos dados” (MACEDO, 2000), o que indicou o momento de aprofundar a análise e a interpretação do *corpus* empírico, que até então se encontrava em construção ao mesmo tempo em que passava por leituras e releituras preliminares na busca pela definição das unidades analíticas, pois como nos diz Macedo (*Op. cit.*),

À medida que a leitura interpretativa dos “dados” se dá – às vezes por várias oportunidades – aparecem significados e acontecimentos, recorrências, índices representativos de fatos observados, contradições profundas, relações estruturadas, ambiguidades marcantes. Emerge aos poucos o momento de reagrupar as informações em “noções subsunçoras” – as denominadas categorias analíticas – que irão abrigar analítica e sistematicamente os subconjuntos de informações, dando-lhes feição mais organizada em termos de um *corpus* empírico analítico escrito de forma clara e que se movimenta para a construção de uma peça literária compreensível e heurísticamente rica (MACEDO, 2000, p. 204, destaques do autor).

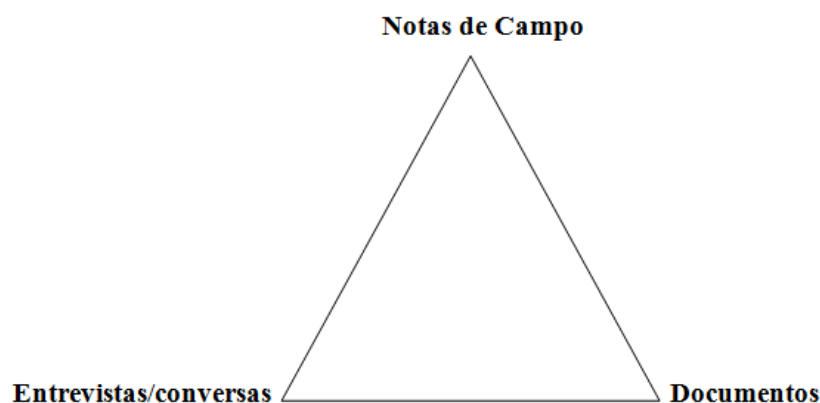
E completa:

Algumas operações cognitivas são comuns na análise e interpretação dos dados obtidos a partir de uma etnopesquisa: distinção do fenômeno em elementos significativos; exame minucioso destes elementos; codificação dos elementos examinados; reagrupamento dos elementos por noções subsunçoras; sistematização textual do conjunto; produção de uma meta-análise ou uma nova interpretação do fenômeno estudado (*Idem*).

Bem, uma vez concluído o período de pré-análise do material coletado, e estando o *corpus* empírico já constituído e conectado à realidade pesquisada por meio das operações cognitivas que se desenvolveram durante o processo investigativo (MACEDO, 2000), chegou o momento de avançar para uma fase analítica mais profunda, caracterizada pela convergência das unidades analíticas em indicadores de significados por meio da triangulação dos dados, como apresentada no esquema abaixo:

---

<sup>146</sup> Sobre o período de imersão no campo e a metodologia de coleta de dados desta investigação cf. Capítulo 4, Tópico 4.1.4.



**FIGURA 4:** Triangulação dos dados da pesquisa

De uma maneira geral, a triangulação pode ser compreendida como uma técnica utilizada para dar mais credibilidade aos resultados da pesquisa, na medida em que possibilita o uso de várias fontes de dados para corroborar a observação, facilitando a eliminação de possíveis suspeitas que possam pairar sobre o processo investigativo (CORREIA, 2011). Portanto, “as boas práticas de investigação obrigam o investigador a triangular” (*Ibidem*, p. 310).

Segundo Macedo (2000), a triangulação

[...] é um dispositivo onde o etnopesquisador apela na construção do seu instrumental analítico para diversos meios, diferentes abordagens e fontes para compreender e explicar um dado fenômeno, utilizando-se de um autêntico *approche* multirreferencial [...]. Atores diferentes implicados na pesquisa falam de uma mesma temática; recursos metodológicos diversificados são empregados; perspectivas teóricas diferentes e até contraditórias são mobilizadas para o entendimento de uma realidade. Enfim, a triangulação é um recurso sistemático que dá um valor de consistência às conclusões da pesquisa, pela pluralidade de referências e perspectivas representativas de uma dada realidade (MACEDO, 2000, pp. 205-206).

Em pesquisas sociais a triangulação é um conceito relativamente recente, começando a ser utilizado a partir da publicação de um artigo de autoria de Campbell e Fiske em 1959, intitulado “*Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix*”<sup>147</sup>. Nesse artigo os autores apresentam critérios para validação dos dados de uma pesquisa, que vão desde a validação convergente à validação discriminante, e incluem a ideia do uso simultâneo de vários métodos independentes de coleta de dados para medir características psicológicas.

<sup>147</sup> Validação convergente e discriminante pela matriz multimétodo-multimodo. (Tradução nossa).

Para pesquisadores da área de Ciências Sociais que frequentemente adotam abordagens naturalistas e qualitativas em suas pesquisas e para quem as técnicas tradicionais de investigação científica, por muitas vezes, não asseguram o controle de suspeitas e o estabelecimento de propostas aceitáveis para garantir a credibilidade do estudo, a triangulação se configura como uma metodologia importante nesse cenário.

Ademais, “com a triangulação dos dados, os problemas potenciais de *validade do constructo* também podem ser abordados, porque as múltiplas fontes de evidências proporcionam, essencialmente, várias avaliações do mesmo fenômeno” (YIN, 2010, p. 144, destaque do autor).

Patton (2002) discute a triangulação sob quatro perspectivas distintas: a) a triangulação dos dados, que se caracteriza pela coleta de informações de múltiplas fontes, mas que buscam corroborar o mesmo fenômeno ou fato; b) a triangulação de investigadores, que ocorre quando há co-investigadores no mesmo estudo; c) triangulação de teorias, quando a interpretação do conjunto de dados da pesquisa é realizada utilizando várias teorias; d) triangulação metodológica, que acontece quando o pesquisador faz uso de vários métodos para pesquisar o mesmo fenômeno. No contexto da análise dos dados desta investigação fizemos uso apenas do primeiro tipo de triangulação de Patton (*Op. cit.*), a triangulação dos dados.

É evidente a importância da triangulação durante o processo de análise dos dados em uma pesquisa qualitativa. No entanto, Correia (2011) lembra que a triangulação não pode ser vista como fornecedora de respostas únicas e que deste processo podem resultar três resultados distintos.

Um primeiro resultado que pode surgir, e que é o mais esperado por qualquer pesquisador, é a convergência, quando as evidências das várias fontes direcionam para a mesma hipótese sobre o fenômeno. Um segundo resultado, também muito comum, é a incoerência, quando as evidências não sinalizam para a mesma proposição em relação ao fenômeno da investigação. Da triangulação dos dados ainda pode surgir um terceiro resultado que é a contradição, quando o conjunto de dados aponta para proposições opostas em relação ao fenômeno estudado (*Idem*).

Isto posto, faz-se interessante frisar que o papel da triangulação é fornecer evidências – e existem diferentes níveis de evidências – que possibilitem ao pesquisador construir um entendimento acerca do fenômeno investigado. E nesse processo

Os resultados não são, contudo, um fim em si mesmo. O investigador fica com a tarefa de dar sentido às provas, independentemente de qual seja o resultado. Se a convergência de dados é inconsistente, ou contraditória, o investigador deve tentar construir explicações para eles e sobre eles. O valor da triangulação reside na obtenção de provas, sejam elas convergentes, inconsistentes ou contraditórias, e no modo como o investigador lida com elas na explicação dos fenômenos (CORREIA, 2011, p. 313).

Na obtenção destes resultados ainda consta uma abordagem holística do projeto de pesquisa em si e todas as interações durante o caminhar investigativo, além dos entendimentos sociais inerentes ao pesquisador. “Todos os resultados da triangulação, convergentes, inconsistentes e contraditórios, precisam ser filtrados através do conhecimento adquirido, do contexto do projecto e dos entendimentos mais vastos do mundo social” (*Ibidem*, p. 314).

Bem, à medida que as informações contidas no *corpus* empírico eram trianguladas alguns elementos em comum começaram a ser identificados ou ratificados. Estes componentes foram agrupados em categorias por afinidade. Cabe destacar que todo o processo de categorização se desenvolveu considerando o âmbito dos objetivos da investigação e das questões a serem respondidas à medida que se aplicava sobre o *corpus* a técnica da triangulação.

## 5.2. Categorização

*The categories are a means of sorting the descriptive data you have collected so that the material bearing on a given topic can be physically separated from other data.*<sup>148</sup>

Robert Bogdan & Sari Biklen

---

<sup>148</sup> As categorias são um meio de classificar os dados descritivos que você coletou para que o material que tenha um determinado tópico possa ser fisicamente separado de outros dados. (Tradução nossa).

De acordo com Bardin (1997) categorizar os dados de uma pesquisa consiste em agrupar elementos do *corpus* empírico a partir do que há de comum entre eles. Esses elementos primeiramente são inventariados e, na sequência, classificados por similaridade. Simplificadamente, a categorização pode ser tomada como a passagem de dados brutos para dados organizados. Para Bardin (*Op. cit.*),

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes as quais reúnem um grupo de elementos [...] sob um título genérico, agrupamento esse efectuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (BARDIN, 1997, p. 117).

Nas palavras de Ezzy (2002), categorização é

*[...] the process of disassembling and reassembling the data. Data are disassembled when they are broken apart into lines, paragraphs or sections. These fragments are then rearranged, through coding, to produce a new understanding that explores similarities, differences, across a number of different cases. The early part of coding should be confusing, with a mass of apparently unrelated material. However, as coding progresses and themes emerge, the analysis becomes more organized and structured*<sup>149</sup> (EZZY, 2002, p. 94).

É comum que as primeiras categorias surjam à medida que se coletam os dados, o que também se verificou no transcorrer desta investigação. Estes categorias preliminares que foram surgindo ao longo do período de imersão no campo foram anotadas para utilizações posteriores. Apesar deste surgimento prévio de categorias foi com o encerramento da coleta de dados em campo e a constituição do *corpus* empírico da pesquisa que a construção das categorias de análise, “[...] que emerge conjuntamente da competência teórico-analítica do pesquisador e da apreensão fina da própria realidade pesquisada [...]” (MACEDO, 2000, p. 204), substanciou-se, pois é neste

*[...] moment où la masse de données intégrées aux notes de terrain, les transcriptions, les documents doivent être classés de manière plus systématique. On le fait en général au moyen de la classification et de la catégorisation. [...]. Dans cette phase, l'objectif est de donner au matériel recueilli une structure qui va nous permettre d'avancer vers l'analyse finale, la production de concepts et de théories: d'où la nécessité d'ordonner*

---

<sup>149</sup> [...] o processo de desmontagem e remontagem dos dados. Os dados são desmontados quando são separados em linhas, parágrafos ou seções. Esses fragmentos são então rearranjados, através da codificação, para produzir um novo entendimento que explora as semelhanças, diferenças, através de vários casos diferentes. A parte inicial da codificação pode ser confusa, com uma massa de material aparentemente não relacionada. No entanto, à medida que os avanços e temas de codificação surgem, a análise torna-se mais organizada e estruturada. (Tradução nossa).

*d'abord les données de manière cohérente, complète, logique et succincte*<sup>150</sup>  
(LAPASSADE, 1992, pp. 33-34).

Buscando, como sugere Lapassade (*Op. cit.*), a classificação mais consciente, lógica e precisa, e com o objetivo de evitar fragmentações e ao mesmo tempo desenvolver conexões entre as categorias emergentes e seus elementos, as unidades analíticas foram agrupadas por similaridade. Esta etapa foi crucial para a sequência do processo de análise, pois foi a partir deste trabalho de organização que surgiu o conjunto de categorias iniciais.

Faz-se importante destacar que esta fase do processo de análise não se esgota com a definição das categorias, pois estas podem ser reexaminadas ou mesmo modificadas em momentos seguintes do processo. Por exemplo, categorias com conceitos relacionados podem ser combinadas ou categorias com ideias muito abrangentes podem ser subdivididas para facilitar a interpretação e compreensão do contexto (LÜDKE & ANDRÉ, 2013).

Nessa perspectiva, o investigador precisa buscar relações e conexões que o levem a acrescentar algo de novo à discussão já exposta e que o faça ultrapassar a mera descrição dos dados, instigando-o a estabelecer novas explicações e interpretações dos fatos já conhecidos, podendo, se necessário, rever, repensar e reavaliar suas ideias iniciais. Nesse processo, novas categorias podem surgir, pois “um bom analista será, talvez, em primeiro lugar, alguém cuja capacidade de categorizar – e de categorizar em função de um material sempre renovado e de teorias evolutivas – está desenvolvida” (BARDIN, 1997, p. 119).

Bardin (*Op. cit.*) explica ainda que um conjunto de “boas” categorias deve conter algumas qualidades básicas, as quais, resumidamente, apresentamos a seguir:

1. **Exclusão mútua** – Este princípio estabelece que, à medida que avança o processo de construção, as categorias de análise devem ser divididas de tal maneira que os indicadores que as compõe não possam ser agrupados em duas ou mais categorias ao mesmo tempo.

---

<sup>150</sup> [...] momento em que a massa de dados constituída pelas anotações de campo, transcrições e documentos deve ser classificada de forma mais sistemática. Isso geralmente se faz por meio da classificação e categorização. [...]. Nesta fase, o objetivo é dar ao material coletado uma estrutura que nos permita avançar para a análise final, a produção de conceitos e teorias: por isso primeiro é necessário ordenar os dados de maneira consistente, completa, lógica e precisa. (Tradução nossa).



2. **Homogeneidade** – Esta qualidade mostra-se importante diante da necessidade de que as categorias emergentes sejam organizadas respeitando a similaridade dos indicadores da maneira mais homogênea possível, frente à diversidade dos dados em uma pesquisa qualitativa. O nível de homogeneidade aplicado às categorias de análise condiciona o princípio da exclusão mútua.
3. **Pertinência** – Esta característica aponta que, durante o processo de categorização, o pesquisador deve levar em consideração a relação das categorias emergentes com as questões e os objetivos da investigação, sendo consideradas pertinentes as categorias que mostrem flexibilidade de adaptação às nuances do processo de análise e interpretação dos dados.
4. **Fidedignidade** – Durante o processo de categorização os princípios para formação das categorias de análise, assim como os critérios de entrada de um indicador em uma determinada categoria, devem ser determinados com clareza, para assegurar a fidedignidade do processo investigativo.
5. **Produtividade** – Categorias de análise produtivas são aquelas que produzem resultados férteis, ou seja, que conduzam às respostas das questões da investigação.

Sendo assim, e considerando as características da pesquisa etnográfica<sup>151</sup>, neste estudo, apesar de algumas categorias terem sido definidas no início a partir das questões da investigação, a grande maioria das categorias de análise não foi escolhida previamente, mas emergiram no decorrer do processo investigativo – categorias preliminares durante o período em campo e categorias terminais após o encerramento da coleta de dados –, buscando certa homogeneidade, pertinência, fidedignidade e produtividade (BARDIN, 1997), assim como uma organização consciente, lógica e precisa (LAPASSADE, 1992).

Durante esse percurso e à medida que surgiam novas evidências essas categorias passaram por sucessivas reexaminações, sendo mantidas, adaptadas ou até mesmo substituídas, num movimento flexível, indutivo e dedutivo do processo analítico, ao qual Hammersley e Atkinson (2007) chamaram de “hipóteses progressivas” ou “*progressive focusing*”.

*Progressive focusing may also involve a gradual shift from a concern with describing social events and processes towards developing and testing explanations or theories. However, studies will vary considerably in the distance they travel along this path. Some remain heavily descriptive,*

---

<sup>151</sup> Em relação às características da pesquisa etnográfica cf. Capítulo 4, Tópico 4.2.2.

*ranging from narrative life histories of an individual, group, or organization to accounts of the way of life to be found in particular settings. Of course, these are in no sense pure descriptions: they are constructions involving selection and interpretation. But they may involve little attempt to derive any general theoretical lessons, the theory they employ remaining implicit, being used as a tool rather than forming the focus of the research. Such accounts can be of great value. They may provide us with knowledge of cultures hitherto unknown, and thereby shake our assumptions about the parameters of human life, or challenge our stereotypes<sup>152</sup> (HAMMERSLEY & ATKINSON, 2007, pp. 160-161).*

Nessa mesma linha de pensamento Cohen *et al* (2007) defendem que a análise dos dados de uma pesquisa etnográfica deve ter uma estrutura característica de "funil", sendo progressivamente focada em seus objetivos, pois, de acordo com esses autores, com o caminhar investigativo, o problema de pesquisa necessita ser desenvolvido e pode precisar ser transformado. “[...] starts with the researcher taking a wide angle lens to gather data, and then, by sifting, sorting, reviewing, and reflecting on them the salient features of the situation emerge”<sup>153</sup> (COHEN *et al*, 2007, p. 148), ou seja, é um processo de afunilamento do largo ao estreito.

Com uma visão crítica e progressiva frente ao material coletado, com apoio da literatura teórica específica e dos referenciais metodológicos adotados, as categorias de análise foram emergindo naturalmente ao longo do processo investigativo. Logo, as informações coletadas foram organizadas em nove categorias, como mostra o quadro seguinte:

---

<sup>152</sup> As hipóteses progressivas [ou focalização progressiva] também podem envolver uma mudança gradual de uma preocupação com a descrição de eventos e processos sociais para desenvolver e testar explicações ou teorias. No entanto, os estudos variam consideravelmente na distância percorrida por esse caminho. Algumas permanecem fortemente descritivas, variando de histórias de vida narrativas de um indivíduo, grupo ou organização até relatos do modo de vida a ser encontrado em contextos particulares. Naturalmente, estas não são, em nenhum sentido, descrições puras: são construções que envolvem seleção e interpretação. No entanto, pode envolver pouca tentativa de derivar quaisquer lições teóricas gerais, a teoria que eles empregam permanecendo implícita, sendo usada como uma ferramenta em vez de formar o foco da pesquisa. Tais considerações podem ser de grande valor. Podem nos fornecer conhecimento de culturas até então desconhecidas e, assim, abalar nossas suposições sobre os parâmetros da vida humana ou desafiar nossos estereótipos. (Tradução nossa).

<sup>153</sup> Começa com o pesquisador usando uma lente angular grande para coletar dados e, em seguida, analisando, classificando, revisando e refletindo sobre eles, emergem as características relevantes da situação. (Tradução nossa).

CATEGORIAS	INDICADORES
<b>Motivação</b>	<p>Interesse pela astronomia e ciências afins (O); (A1); (A2); (A3); (A4); (A6); (A7)</p> <p>Busca pelo conhecimento (A2); (A5); (A5)</p> <p>Sair da zona de conforto (A2)</p> <p>Vencer obstáculos (A2); (A3); (A6)</p> <p>Aprender na prática (A5)</p> <p>Incentivo de colegas e/ou professores (A3); (A7)</p> <p>Aprender com os erros (A2)</p> <p>Ambiente diferente do tradicional (O); (A1); (A2); (A3); (A4), (A5)</p>
<b>Ambiente</b>	<p>Diferente da sala de aula tradicional (O); (A1); (A2); (A3); (A5)</p> <p>Ambiente acolhedor (A2); (A4)</p> <p>Ambiente estimulante (A4)</p> <p>Ambiente criativo (A4)</p> <p>Liberdade para trabalhar (A1); (A5); (O)</p>
<b>Cooperação</b>	<p>Ajuda mútua (A1); (A3); (A4); (A6)</p> <p>Gosto por ajudar os colegas (A1); (A4)</p> <p>Os mais experientes ajudam os outros (A2); (A4); (A5); (A7)</p> <p>Trabalho compartilhado (A5)</p> <p>Trabalho em grupo e/ou equipes (O); (A2); (A4); (A5)</p>

<b>Dinamismo</b>	<p>Desenvolvimento diversas atividades simultaneamente (A1); (A6)</p> <p>Criam grupos para estudo (O); (A3)</p> <p>Interdisciplinaridade (O); (A1); (A2); (A3); (A4)</p> <p>A tecnologia como facilitadora (O); (A2); (A4); (A8)</p>
<b>Autonomia</b>	<p>Podem tomar decisões sem a presença do orientador (A1); (O)</p> <p>Voz ativa na escolha do que estudar (A1)</p> <p>Procuram cumprir metas (O); (A5)</p> <p>Liberdade para desenvolver projetos (A7)</p> <p>Busca compartilhada de soluções (O); (A2); (A4); (A8)</p>
<b>Interações sociais</b>	<p>Troca de saberes (O); (A1)</p> <p>Trabalha-se em grupo (A2); (A4); (A5)</p> <p>Não há hierarquias (O); (A7)</p> <p>Favorece a cooperação nas atividades (O); (A1); (A4); (A5)</p> <p>Promove discussões (O); (A2); (A4)</p> <p>Facilita a resolução de problemas (O); (A1); (A2); (A4); (A5); (A6)</p>
<b>Socialização do conhecimento</b>	<p>Compartilhar com a comunidade (O); (A6)</p> <p>Levar a astronomia às escolas (O); (A1); (A3); (A4); (A5)</p> <p>Divulgação científica (A1); (A3); (A5); (A6); (A7)</p> <p>Alfabetizar cientificamente as pessoas (A7)</p> <p>Desmistificar temas (A7)</p>

<b>Inovação pedagógica</b>	<p>Aprendizagem mediada por pares (O); (A1); (A2); (A3); (A4); (A5); (A8)</p> <p>Ambiente não tradicional (O); (A1); (A2); (A3); (A5)</p> <p>Aprendizes autônomos (A1); (A2); (A4); (A5)</p> <p>Conhecimento negociado socialmente (O); (A1); (A3); (A4); (A5); (A6); (A7)</p> <p>Tecnologia como facilitadora na construção do conhecimento (O); (A2); (A4); (A7); (A8)</p>
<b>Aprendizagem</b>	<p>Aprender fazendo (A1); (A2)</p> <p>Melhoria do conhecimento científico (A3); (A7)</p> <p>Corrigir os próprios erros (A1), (O)</p> <p>Melhoria do desempenho no curso de Física (A4); (A7)</p> <p>Conhecimentos produzidos no Clube ajudam na vida (A7)</p> <p>Busca da autoavaliação (O)</p> <p>Busca do aprofundamento nos assuntos (O)</p>

**QUADRO 4:** Construção das categorias de análise a partir dos indicadores emergentes

Durante a construção das categorias de análise, bem como nas demais etapas do processo investigativo, embora outros estudos capazes de confirmar de alguma maneira nossas conclusões tenham sido consultados, estes estudos não foram utilizados como guia para este trabalho, pois sabemos que cada investigação etnográfica apresenta características próprias e não permite a transferência de resultados de um estudo para outro. Portanto, as categorias que aqui emergiram, e que estão detalhadas nos próximos tópicos, se enquadram exclusivamente para esta pesquisa e neste contexto em particular e foram usadas para descrever o cotidiano do Clube de Astronomia Vega, objeto de estudo desta investigação.

### 5.2.1. Categoria 1: Motivação

A motivação, ou o motivo, é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar de curso.

José Aloyseo Bzuneck

A palavra motivação deriva do latim *motivus* que significa “movimento” ou “coisa móvel”, sendo relacionada ao ato ou efeito de motivar, despertar o interesse por algo ou de alguém, estimular (NAKAMURA *et al*, 2005). O Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa define motivação como o “conjunto de fatores psicológicos diversos que determinam o comportamento de uma pessoa” (FERREIRA, 2013, p. 507).

Qualquer que seja a perspectiva psicológica que se adote, verifica-se sempre a existência de dois tipos de motivação: a motivação intrínseca e a motivação extrínseca. “[...] a motivação intrínseca refere-se à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação” (BORUCHOVITCH & BZUNECK, 2001, p. 37). Nesse sentido, a motivação pode ser entendida como um impulso que vem do interior de cada pessoa direcionando-a em direção a algum objetivo.

A motivação extrínseca, por sua vez,

[...] tem sido definida como a motivação para trabalhar em resposta a algo externo à tarefa ou atividade, como para a obtenção de recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, objetivando atender aos comandos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências ou habilidades (*Ibidem*, p. 45).

Segundo Arias (2004), em termos educacionais, a motivação extrínseca, por adequar a conduta do aprendiz ao controle do meio exterior, corresponde às metas externas (metas de rendimento), enquanto a intrínseca, na qual o aprendiz controla a própria conduta a partir de seus interesses e disposições, diz respeito às metas internas (metas de aprendizagem). “*Los alumnos con metas orientadas al aprendizaje utilizan estrategias motivacionales más intrínsecas, mientras los de metas orientadas al rendimiento ponen*

*en práctica estrategias motivacionales más extrínsecas*”<sup>154</sup> (ARIAS, 2004, p. 42). O mesmo autor destaca ainda que ambos os fatores podem e devem coexistir em um contexto educacional, sendo mais significativa a motivação inerente ao sujeito potencializada por incentivos externos (motivação combinada).

Nessa perspectiva e diante dos indicadores que emergiram das análises dos dados, a motivação, enquanto interesse natural e/ou estimulado de alcançar uma meta se configurou como um importante elemento no desempenho dos participantes deste estudo ao longo das práticas pedagógicas observadas no contexto investigado.

Nesse percurso notamos que a motivação inicial para o ingresso da maioria dos membros no Clube de Astronomia Vega foi o interesse pela astronomia e ciências afins. Essa busca por conhecimento astronômico juntamente a incentivos de alguns colegas ou professores os motivaram a participar, como fica claro nas entrevistas/conversas com alguns dos membros:

Investigador: O que te motivou a participar do Clube de Astronomia?

A1: Eu acredito que a parte da ciência, a astronomia me interessa muito, me empolgo muito sobre astronomia, o Universo... Eu acho um assunto muito interessante para ser estudado.

Investigador: Por que você decidiu participar do Clube de Astronomia?

A3: Eu já tinha escutado muito falar sobre o Clube por um dos meus professores do Ensino Médio. [...] Então assim que eu cheguei aqui [no Instituto Federal de Pernambuco de Pernambuco – *Campus* Pesqueira], fui logo procurando as inscrições para o Clube.

Investigador: Antes de participar do Clube de Astronomia, tu já tinhas interesse em temas relacionados à astronomia?

A3: Já tinha. Nunca tinha me aprofundado muito no assunto, mas já tinha algum interesse.

Investigador: Esse interesse aumentou quando da entrada no Clube?

A3: Aumentou quando eu vi como realmente é de verdade, porque até então eu só tinha uma ideia parcial sobre astronomia. Depois que eu entrei no Clube eu vi que a astronomia é algo bem mais complexo do que eu pensava que era, e eu gostei disso (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

Investigador: O que te incentivou a participar do Clube de Astronomia?

A7: Bem, desde o Ensino Médio, por volta do segundo ano, eu comecei a me apaixonar pela astronomia e pela astrofísica. Nessa época eu nem conhecia o IF [Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Pesqueira], o qual conheci através do meu professor de física [...] e quando descobri que tinha um Clube de Astronomia me encantei logo, porque sempre gostei disso (ENTREVISTA/CONVERSA COM A7, 22/04/2018).

---

<sup>154</sup> Estudantes com objetivos orientados para a aprendizagem usam estratégias motivacionais mais intrínsecas, enquanto aqueles com metas orientadas para o desempenho usam mais estratégias motivacionais extrínsecas. (Tradução nossa).

Também o orientador (O) ao falar sobre a criação do Clube se refere a esse interesse pela astronomia como motivação:

Criamos o Clube de Astronomia porque havia interesse pelo tema e uma grande carência nos currículos dos cursos, sem contar que aqui na cidade de Pesqueira não havia um espaço dessa natureza (OBSERVAÇÃO nº 02, 16/05/2017).

Esses fatores acima expostos de certo serviram como atração inicial para o ingresso de alguns participantes no Clube, no entanto o grau de motivação constantemente observado no decorrer das sessões não se justifica apenas por curiosidade no assunto, mas pela busca de metas internas dos aprendizes, que, influenciados pelo contexto no qual as atividades são desenvolvidas, instigam-se e desafiam-se constantemente na busca por desenvolver competências, pois como disse A2:

[...] isso é uma questão de querer e ter interesse pelo assunto, porque quando você se interessa por determinado assunto sempre vai querer buscar mais conhecimento. Acho que isso faz com que a gente se motive [...]. Não ficamos na zona de conforto, pois sempre terão obstáculos, níveis diferentes para alcançar para conseguir ter êxito nos projetos (ENTREVISTA/CONVERSA COM A2, 22/02/2018).

Para autores como Bzuneck (2001), Printrich (2003), Cavenaghi (2009) e Ribeiro (2011), a motivação em contextos educacionais está relacionada à maneira como os indivíduos lidam com seus êxitos e, principalmente, com seus fracassos e “[...] pode ser inferida por meio de comportamentos observáveis dos alunos, os quais incluem o iniciar rapidamente uma tarefa e empenhar-se nela com esforço, persistência e verbalizações” (RIBEIRO, 2011, p.2). Nesse cenário, o “sair da zona de conforto” ao qual A2 (*Op. cit.*) se referiu pode representar o estímulo motivacional necessário à construção de uma aprendizagem que se mostre significativa.

### 5.2.2. Categoria 2: Ambiente

Para qualquer ser vivo, o espaço é vital, não apenas para a sobrevivência, mas, sobretudo para o seu desenvolvimento. Para o ser humano, o espaço, além de ser um elemento potencialmente mensurável, é o lugar de reconhecimento de si e dos outros, porque é no espaço que ele se movimenta, realiza atividades, estabelece relações sociais.

Mayuni de Souza Lima



No Tópico anterior discutimos a importância e a influência da motivação no desenvolvimento das práticas pedagógicas no contexto educacional no qual esta pesquisa foi desenvolvida. Nessa discussão elencamos alguns fatores relacionados à motivação constatada durante as práticas observadas no Clube. Dentre estes, um “ambiente diferente do tradicional” foi um dos fatores mais apontados pelos pesquisados.

De fato, durante o período em que acompanhamos as atividades do Clube constatamos que o ambiente investigado não seguia os padrões típicos de uma sala de aula tradicional, tanto na organização do espaço físico quanto nos procedimentos atitudinais.

Em relação ao espaço físico, o Clube de Astronomia Vega conta com uma sala própria cedida pelo IFPE (Instituto Federal de Pernambuco – *Campus Pesqueira*), na qual acontece a maioria dos encontros do Clube, exceto em ocasiões em que ocorrem atividades externas. Sobre essa sala registramos em diário de campo:

A sala é pequena, mas possui muitos materiais que são utilizados para experimentos práticos. No centro da sala há uma mesa grande e na lateral esquerda uma bancada que ocupa metade da lateral. Há muitos materiais sobre a mesa e sobre a bancada, pois, ao que inicialmente parece, há alguns experimentos em execução. [...].

Há um computador com impressora no fundo da sala e os aprendizes contam com alguns computadores portáteis de uso coletivo. Tirando um quadro-branco na parede frontal da sala o local nada lembra uma sala de aula tradicional. Trabalha-se na mesa central ou na bancada e, por vezes, no exterior da sala. [...].

Notei que se realizavam duas atividades simultaneamente: enquanto alguns [aprendizes] estavam nos computadores tentando concluir um artigo científico [...], outros dois membros – A3 e A4 – trabalhavam na construção de uma base de madeira como suporte para um anemômetro (OBSERVAÇÃO nº 01, 09/05/2017).

Essa configuração não convencional do espaço físico da sala contribui deveras para que o desenvolvimento das atividades flua com liberdade e sem a rigidez típica comumente observada nas salas de aula tradicionais o que torna o ambiente do Clube “acolhedor, estimulante e criativo”, como afirmou A4 em entrevista/conversa realizada em 01/04/2018, ainda porque devemos considerar que

[...] o espaço não é para o vivido um simples quadro. A atividade prática vai modificando constantemente os lugares e seus significados, marcando e renomeando, acrescentando traços novos e distintos, que trazem valores novos, presos aos trajetos construídos e percorridos (MACEDO, 2010, p. 37).

Essa modificação organizacional do ambiente físico da sala, a princípio uma mudança simples de configuração, torna-se mais importante ao lembrarmos que o espaço físico de um ambiente educacional tende a refletir, ou pelo menos ser influenciado, pela cultura escolar<sup>155</sup>. “E é esta, evidentemente, a cultura que foi embebendo, não apenas nos muros da escola, mas também a mente das pessoas (professores incluídos), sob a forma de invariante cultural (FINO, 2006)<sup>156</sup>, ao longo de dois séculos” (FINO, 2011, p. 47). Este invariante cultural,

[...] consubstanciado numa representação comum de escola, profundamente enraizada dentro e fora dela, socialmente partilhada de modo a incluir a generalidade dos estratos da sociedade, e as várias gerações presentes, e com força suficiente para contrariar propósitos, deliberados ou não, de mudança. Um invariante cuja presença se manifestará um pouco por todo o lado, existindo mesmo na mente dos que não foram submetidos a nenhum processo de escolaridade formal, e que sugere formas sub-reptícias de organização do espaço lectivo e dos papéis que devem ser desempenhados pelos professores e pelos alunos, chegando a interferir na definição do que será, eventualmente, uma boa arquitectura ao serviço educação (FINO, 2009, p. 1).

É evidente que tudo isso põe obstáculos às mudanças e dificulta que os ambientes educacionais se libertem dos estereótipos tradicionais impostos pela cultura escolar que, por sua vez, resultam de impressões coletadas nos ambientes familiar, social e midiático e que inundam nossas mentes desde a mais tenra idade, ao ponto de que um espaço educacional que apresente uma configuração física que se apresenta diferente dos padrões tradicionalmente aceitos cause estranhamento (*Ibidem*), pois, como expressou A5 quando indagado sobre a diferença da organização do espaço físico da sala do Clube em comparação às salas de aula tradicionais: “[...] todos estamos acostumados com um modelo de sala, justamente a configuração da sala com as cadeiras em fileiras. Estamos acostumados desde o Ensino Fundamental a ser meio que obrigados a ter disciplina, a se comportar de certa forma [...]” (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Outro fator bastante referido pelos pesquisados no que se refere ao ambiente do Clube diz respeito à liberdade para trabalhar/estudar, o que abre espaço ao diálogo e a partilha de ideias possibilitando que os aprendizes desenvolvam suas capacidades sem estarem

---

<sup>155</sup> Quando a educação em massa surgiu para atender as necessidades da sociedade industrial precisava de um modelo de escola que preparasse os futuros trabalhadores para as indústrias em expansão. Para isso, incorporou às rotinas escolares valores – administração hierárquica, organização do conhecimento em departamentos, escalas de valores de notas, falta de individualismo, regimentação, agrupamento, normas rígidas – que simulavam o universo fabril. Foi essa cultura escolar que se firmou e se propagou e continua viva até os dias de hoje (TOFFLER, 1973; FINO, 2011).

<sup>156</sup> FINO (2006) faz referência à obra “Inovação e invariante (cultural)”, que se encontra nas referências bibliográficas deste trabalho como FINO (2009).

presos às rédeas do sistema, pois, diferente dos padrões impostos pelo modelo de escola fabril (TOFFLER, 1973), onde se aprendiam habilidades para toda a vida, nesses tempos de pós-modernidade

*The most important skill determining a person's life pattern has already become the ability to learn new skills, to take in new concepts, to assess new situations, to deal with the unexpected. This will be increasingly true in the future: The competitive ability is the ability to learn<sup>157</sup> (PAPERT, 1993, p. vii).*

Em concordância com Papert (*Op. cit.*) acreditamos que em uma sociedade onde os valores industriais são, a cada dia, substituídos pelos valores da informação é inadmissível que os ambientes educativos continuem atrelados a uma cultura que não mais atende às necessidades sociais e particulares dos indivíduos. Para romper com esses estereótipos, os espaços escolares precisam de um novo paradigma baseado em valores pós-industriais (FINO, 2011), que se preocupe com o desenvolvimento amplo das capacidades cognitivas dos indivíduos com ênfase nas interações e mediações sociais em um processo contínuo ao longo de toda a vida. Para isso, no entanto, os aprendizes precisam de um ambiente favorável à construção do conhecimento (VYGOTSKY, 2007).

A partir dessas premissas e com base nos indicadores que emergiram durante o processo de análise dos dados entendemos que o ambiente do Clube de Astronomia, apesar de apresentar alguns resquícios de elementos da cultura escolar tradicional, incorporou fatores e mudanças em seu contexto de tal forma que alvitra a existência de um ambiente favorável à construção do conhecimento.

### 5.2.3. Categoria 3: Cooperação

Cooperação consiste no ajustamento do pensamento próprio e das ações pessoais ao pensamento dos outros e suas ações, e isso se faz pondo as perspectivas em relação recíproca.

Jean Piaget

---

<sup>157</sup> A habilidade mais importante que determina o padrão de vida de uma pessoa já se tornou a capacidade de aprender novas habilidades, de aceitar novos conceitos, avaliar novas situações, lidar com o inesperado. Isso será cada vez mais verdadeiro no futuro: a capacidade competitiva é a capacidade de aprender. (Tradução nossa).

Quando, no Tópico anterior, analisamos a importância de um ambiente favorável para a construção de um conhecimento que se faça significativo, além das mudanças físicas e atitudinais verificadas, dois fatores se destacaram na constituição desse espaço favorável: a motivação (analisada anteriormente<sup>158</sup>) e a cooperação, que passamos agora a explorar.

Da análise dos dados coletados na pesquisa emergiram indicadores que apontam que, nas dinâmicas cotidianas realizadas no Clube de Astronomia, a cooperação entre os membros mostra-se constante e ativa na maioria dos momentos. Entre esses indicadores surgiram com grande destaque a “ajuda mútua”, quer entre os aprendizes, onde os mais experientes constantemente se propõem a ajudar os colegas que necessitem, quer entre o orientador e os aprendizes, quando assim se faz necessário.

Dessa “ajuda mútua” resulta um envolvimento dos membros no sentido da construção de algo que se possa compartilhar, partindo das construções particulares de cada um, e gerando “[...] *a cycle of internalization of what is outside, then externalization of what is inside and so on*”<sup>159</sup> (PAPERT, 1990, p. 3).

De acordo com Sousa e Fino (2001), esse modelo de ciclo exposto por Papert (*Op. cit.*) encontra apoio tanto no conceito construtivista de “relação recíproca” de Piaget (1990), quanto na ideia de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) referida por Vygotsky (2007), que retrata a diferença entre o que um aprendiz é capaz de fazer sozinho e aquilo em que precisa de ajuda de alguém mais capaz (orientador ou outro aprendiz mais apto).

Nessa perspectiva de cooperação e trabalho compartilhado encontramos coerência em alguns excertos de entrevistas/conversas com membros do Clube:

Investigador: Tenho notado que é muito comum um dos membros do Clube ajudar os outros quando estão realizando alguma atividade. O que você acha dessa cooperação entre os membros do Clube?

A1: Eu acho muito importante, até porque duas ou três pessoas trabalhando juntas torna o desenvolvimento do trabalho mais rápido de ser feito e mais

---

<sup>158</sup> Cf. Capítulo 5, Tópico 5.2.1.

<sup>159</sup> [...] um ciclo de internalização do que está fora, seguida pela externalização do que está dentro e assim por diante. (Tradução nossa).

fácil de ser praticado também (ENTREVISTA/CONVERSA COM A1, 08/02/2018).

Investigador: Eu tenho notado durante as observações que tenho feito aqui no Clube de Astronomia que há um movimento muito grande entre vocês, sempre muita atividades sendo desenvolvidas paralelamente e sempre com cooperação entre uns e outros. Até onde tu achas que essa cooperação contribui na realização dessas atividades?

A3: Nós aqui no Clube desenvolvemos grupos de estudo, onde além de fazer os projetos do Clube de Astronomia, de estudar astronomia, também nos ajudamos com os assuntos da faculdade. Todos se ajudam, todos estudam juntos (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

Investigador: Durante o tempo que tenho estado aqui sempre notei muita cooperação entre vocês, sempre um ajudando o outro quando precisa. Tu achas que isso contribui para o melhor desenvolvimento das atividades?

A4: Tenho certeza, porque cada um aqui tem um conhecimento diferente. Um tem mais conhecimento teórico, outro tem mais conhecimento prático [...] aí quando juntam teoria e prática cada um tem algo para compartilhar. Assim as coisas ficam mais fáceis de acontecer, pois há alguns mais antigos [com mais tempo no Clube] e outros mais recentes, então aqueles que já sabem algo a mais vão passando para os outros.

Investigador: Entre vocês há essa dinâmica de ajuda, quando um precisa do outro, quando precisa resolver algo e o orientador não está presente?

A4: Sim, principalmente quando são coisas que um já sabe e os outros ainda não tiveram a oportunidade de aprender, aí alguém vai lá e mostra como se faz (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Investigador: Quando algum dos membros está tendo dificuldade com alguma atividade que está realizando sempre há alguém que se dispõe a ajudar?

A5: Se algum dos membros do Clube tiver esse conhecimento sempre ajuda e quando não tem o orientador que ajuda (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Investigador: Uma coisa que tem me chamado muita atenção é que aqui ninguém desenvolve nada sozinho, sempre tem muita cooperação. Você acha que essa questão de cooperar uns com os outros ajuda nos desenvolvimento dos trabalhos?

A6: Ajuda e muito, porque às vezes alguém tem dificuldade em determinado assunto e chega outro que tem mais facilidade e começa a troca de experiências e conhecimentos. Assim, um fortalece o outro (ENTREVISTA/COMVERSA COM A6, 15/04/2018).

Nesse sentido, cabe salientar que, diante os indicadores que emergiram durante a análise dos dados, o contexto investigado mostrou-se como um ambiente no qual o trabalho cooperativo contribui deveras para construção de um ambiente de reflexão, a partir do qual os aprendizes têm a liberdade de, por meio da troca de ideias e saberes, construir conhecimentos significativos. Neste contexto, “[...] todos trabalham com igual dedicação e os mais adiantados dão dicas aos mais atrasados, seguindo a cooperação que é comum nas atividades do Clube” (OBSERVAÇÃO nº 35, 24/04/2018).

Este espaço de reflexão com abertura para o diálogo entre os participantes no qual se configura o ambiente em questão tem mais possibilidade de se integrar a uma sociedade globalizada que passa por mudança de paradigmas nos mais diversos setores. Mudanças estas que estão a exigir da educação mais conexões entre o mundo escolar e o mundo de fora da escola, reconectando o conhecimento que outrora fora fragmentado (MORAIS, 1997). Nesse contexto, faz-se necessária uma mudança de foco: do “ensinar” para o “aprender”, substanciando-se numa relação dialógica e solidária entre o orientador e os orientandos e destes entre si.

Ademais, uma relação dialógica entre orientador e aprendiz (FREIRE, 1996) que busque, por meio da cooperação, enfrentar os desafios educacionais do mundo contemporâneo parece ser o caminho para alcançar os quatro pilares apontados por Delors<sup>160</sup> (1996, p. 37) – *learning to know, learning to do, learning to live together and learning to be*<sup>161</sup> – na busca por uma educação com aprendizagem ao longo de toda a vida.

#### 5.2.4. Categoria 4: Dinamismo

O aspecto essencial é, no entanto, permitir à ideia que evolua, podendo afirmar-se que ela se tornou plástica, susceptível de ser moldada e de adquirir forma.

Seymour Papert

Os indicadores que emergiram da análise dos dados corroboraram a existência de um fator já notado durante o período de observação em campo: o dinamismo. Na Língua Portuguesa o termo dinamismo sofre influência da palavra francesa *dymanisme*, que, por sua vez, deriva do grego *δυναμις* (dýnamis) que significa força, movimento, atividade (NASCENTES, 1955). Portanto, quando, a partir dos indicadores emergentes,

---

<sup>160</sup> Em 1996 a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) organizou a Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI. Presidida pelo francês Jacques Lucien Jean Delors essa comissão buscava discutir caminhos para educação frente aos múltiplos desafios da sociedade contemporânea do século XXI, o que resultou em um relatório intitulado “*Learning: the treasure within*”, publicado no Brasil dois anos depois com o título “Educação: um tesouro a descobrir”.

<sup>161</sup> Aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser. (Tradução nossa).

falamos de dinamismo no contexto do Clube de Astronomia Vega, nos referimos à concomitância de atividades, muitas das quais interdisciplinares e auxiliadas pela tecnologia, em meio a uma constante movimentação entre grupos de estudo.

Esses indicadores mostram-se ainda mais significativos quando consideramos a realidade atual. É notório que a sociedade contemporânea se caracteriza pela interatividade e aceleração da informação, impulsionada pelos avanços científicos e pela presença da tecnologia na vida cotidiana das pessoas. Nesse mundo acelerado, complexo, dinâmico e predominantemente tecnológico muito tem se falado do hiato que se formou entre a escola tradicional e o mundo além dela, causando uma desconexão entre o universo escolar e o universo social (HARGREAVES, 1998).

Pois bem, voltando nosso olhar novamente aos indicadores que compõem a Categoria Dinamismo, podemos verificar que estes estão a contribuir para a diminuição desta lacuna educacional, frente às novas competências exigidas pela sociedade pós-industrial. Nesse cenário, notamos a presença de competências como adaptabilidade e responsabilidade no desenvolvimento simultâneo de atividades no Clube; de flexibilidade ao se trabalhar interdisciplinarmente; da capacidade de trabalhar com os outros, que se faz visível no desenvolvimento dos trabalhos coletivos e nos grupos de estudo; e da familiarização com novas tecnologias, sempre que se faz uso de recursos tecnológicos no desenvolvimento das atividades e projetos.

Ademais, quando, no Capítulo 2 deste estudo, apontamos algumas “razões para uma educação em astronomia”<sup>162</sup>, o caráter naturalmente interdisciplinar dessa ciência despontou como uma das mais fortes dessas razões, o que posteriormente pôde ser constatado em trechos retirados das entrevistas/conversas realizadas com os participantes do Clube:

A1: Nós fazemos pesquisas, fazemos também alguns experimentos, cursos de extensão e minicursos [...] não só estudamos astronomia, mas também estudamos física, cálculo, geometria analítica, álgebra, etc. [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM A1, 08/02/2018).

A3: Além de estudar astronomia, estudamos também programação, eletrônica, mecânica. Aprendemos a escrever artigos [...]. [...] pelo fato da astronomia ser uma das primeiras ciências estudadas no mundo, basicamente todas as coisas que a física faz é para provar alguma coisa de origem astronômica. Todos os cientistas quando criaram suas leis [leis da física] foi

---

<sup>162</sup> Cf. Capítulo 2, Tópico 2.6.

pensando na astronomia. Então, com certeza a astronomia contribui para o desenvolvimento nas ciências por completo, porque ao se estudar astronomia está se falando em todas as ciências físicas (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

A4: [...] quando se trata de conhecimento e de ciência não se segue um roteiro. Sempre que estamos resolvendo um problema ou estudando algo surgem outras coisas, principalmente na astronomia que já envolve a matemática, a física e também a geografia. [...] por exemplo, em alguns experimentos usamos o teodolito que é um material para topografia, então para utilizar aquele material na astronomia precisamos estudar um pouco de geografia para entender como ele funciona. Acho que isso já é interdisciplinaridade, já que foge um pouco do padrão (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Como exposto por A3 (*Op. cit.*), a astronomia, pela sua natureza enquanto ciência culturalmente arraigada no cotidiano das pessoas favorece o trabalho interdisciplinar, que, no contexto investigado, faz uso da tecnologia como facilitadora do processo de aprendizagem, pois como disse o orientador (O) do Clube:

A astronomia é uma ciência ligada à tecnologia. Embora lá no começo tudo tenha começado com observações do céu a olho nu foi com o desenvolvimento da tecnologia que se firmou e ficou popular. E hoje em dia temos tantos recursos – programas de computador, aplicativos para *smartphones*, telescópios modernos, etc. – que temos que usar. Sou entusiasta da tecnologia no estudo do Universo (OBSERVAÇÃO nº 05, 12/06/2017).

Em termos análogos, Papert (1994) se mostra entusiasta quanto ao uso da tecnologia na construção de um trabalho educacionalmente sólido, ao passo que esta atua na conexão de domínios de interesse e favorece a construção de ambientes favoráveis à aprendizagem, inclusive em escolas pequenas ou em ambientes não formais de educação. E nesse sentido

[...] parece muito claro que uma pequena escola dinâmica que esteja, ela própria, fundamentada numa plataforma baseada nas questões associadas encontra-se numa posição muito melhor para fazer isso do que uma escola tradicional desajeitada. Uma outra forma através da qual a tecnologia contribuirá para proporcionar um ambiente mais favorável para as diversas iniciativas em relação a novos contextos para aprendizagem é através de comunicações eletrônicas. [...] O desenvolvimento das melhores tecnologias de comunicação tem uma significativa contribuição a fazer a transformação do sistema dirigido de Escola para um sistema de iniciativa (PAPERT, 1994, p. 193).

Como predisse Papert (*Op. cit.*), as tecnologias da comunicação estão a causar um forte impacto na realidade social, com reflexos diretos na educação. O grau de adaptabilidade a essas novas tecnologias mostra-se diretamente relacionado ao favorecimento de ambientes que proporcionem uma aprendizagem de fato.



No contexto investigado verificamos que os membros fazem uso constante de novas ferramentas de comunicação nas suas práticas cotidianas. Redes sociais como *Facebook*, *Instagram*, *You Tube* e *WhatsApp* são usadas com muita desenvoltura, assim como *softwares* e aplicativos para *smartphone*. Por exemplo, na programação e execução de observações noturnas são utilizados geralmente fazem uso de alguns aplicativos: *Star Chat*, que ajuda a localizar estrelas e planetas; *Skeye Astronomy*, que funciona como um de guia que indica para onde apontar o telescópio para observar um objeto específico e o *Night Sky Lite*, que é uma espécie de comunidade astronômica. E “pelo que percebo eles exploram o máximo possível da tecnologia nos seus experimentos e projetos. Usam programação e aplicativos com muita desenvoltura” (OBSERVAÇÃO nº 05, 12/06/2017).

Assim como Fino (1998) acreditamos que os *softwares* bem como as demais TIC podem, quando usadas adequadamente, facilitar a construção do conhecimento. Para isso, precisam permitir que o aprendiz assuma o controle sobre as situações, abrindo caminho para atividades que sejam:

- situada, autêntica e significativa;
- que estimule o desenvolvimento cognitivo, permitindo a manipulação, com a ajuda de um outro mais capaz (par ou professor), de um conhecimento mais elevado do que aquele que cada aprendiz poderia manipular sem ajuda (ZDP);
- que considere a existência de tantas “janelas de aprendizagem”, presumivelmente dessincronizadas, quantos os aprendizes em presença;
- que permita a colaboração, igualmente significativa em termos de desenvolvimento cognitivo, entre aprendizes empenhados em realizar a mesma tarefa ou desenvolver o mesmo projecto;
- que estimule transacções de informação em que os outros possam funcionar como recursos;
- que estimule uma actividade metacognitiva, que acontece com maior intensidade quando o aprendiz actua como tutor;
- que permita a criação de artefactos que sejam externos e partilháveis com os outros;
- que favoreça a *negociação social do conhecimento* (que é o processo pelo qual os aprendizes formam e testam as suas construções em diálogo com outros indivíduos e com a sociedade em geral);
- que estimule a *colaboração* com os outros (elemento indispensável para que o conhecimento possa ser negociado e testado) (FINO, 1998, p. 6, destaques do autor).

Ademais, a maneira como utilizam a tecnologia, juntamente com o trabalho cooperativo e interdisciplinar para potencializar suas habilidades de fazer, refazer e melhorar suas

construções mentais nos remete à *bricolage* (STRAUSS, 1962)<sup>163</sup>, considerando seus princípios básicos enquanto metodologia para atividade intelectual: “use o que você tem, improvise, vire-se” (PAPERT, 1994, p. 128), algo bem evidenciado na fala de A1, quando expressa que “[...] a maioria dos experimentos que desenvolvemos [no Clube] são feitos de sucatas, fios que pegamos, resíduos que achamos em placas já abandonadas [...]” (ENTREVISTA/CONVERSA COM A1, 08/02/2018).

Assim, as ferramentas mentais selecionadas a partir do instrumental disponível e aparentemente desconexo abre caminho para que o *bricoleur* se torne apto para execução de diferentes atividades, pois, assim como Papert (*Ibidem*, p. 129) acreditamos ser “[...] possível trabalhar sistematicamente em direção a se tornar um melhor *bricoleur* e ofereço isso como exemplo de desenvolver habilidade matemática”.

### 5.2.5. Categoria 5: Autonomia

A melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando.

Seymour Papert

Tendo mais uma vez os indicadores que surgiram no processo de análise dos dados como ponto de partida, notamos que os participantes do Clube de Astronomia apresentam um considerado grau de independência nas tomadas de decisões durante a realização das atividades cotidianas, levando-nos a considerar o fator “autonomia” como uma das categorias de análise aqui apresentadas.

De uma forma genérica, autonomia significa independência e liberdade. Quando pensamos em um indivíduo independente nos vem à mente a imagem de alguém que tem capacidade de conduzir suas próprias escolhas de uma maneira reflexiva,

---

<sup>163</sup> Em seu livro *La pensée sauvage* (1962), traduzido para português em 1976 com o título de “O pensamento selvagem”, o antropólogo belga Claude Lévi-Strauss (1908-2009) adota o termo *bricolage* para se referir a trabalhos manuais feitos de improviso aproveitando materiais usados para utilizar em outras funções.

protagonista de sua história e consciente da sua evolução pessoal, ou seja, um sujeito autônomo. Em relação à pessoa autônoma, Littlewood (1996) a define como

[...] aquela que tem a capacidade de fazer escolhas e conduzir suas próprias ações. Esta capacidade depende de dois componentes: habilidade e desejo. Assim, uma pessoa pode ter a habilidade de fazer escolhas independentes, mas não sentir nenhuma vontade de implementá-las (porque tal comportamento não é, por exemplo, percebido como apropriado ao seu papel em uma determinada situação). Por outro lado, uma pessoa pode ter o desejo de exercitar escolhas independentes, mas não ter a habilidade para fazê-lo (LITTLEWOOD, 1996, p. 428).

Na visão de Sousa (2004) uma pessoa autônoma deve ser

[...] autodeterminada que tem consciência de si. A pessoa tem consciência do seu espaço, da sua identidade, do seu valor. Ela aceita-se da sua diferença e aprecia-se em relação às outras pessoas. É segura de si, tem confiança nas suas capacidades, vê-se capaz de tomar decisões, de resolver problemas, sem se angustiar, sem se refugiar em casa, não foge aos problemas... É uma pessoa que reflecte conscientemente sobre a sua própria pessoa. A realização primeira valoriza-se desta forma (SOUSA, 2004, pp. 158-159).

Para Correia (2011),

[...] a autonomia é uma capacidade para o desapego, a reflexão crítica, a tomada de decisões e a acção independente. A capacidade de autonomia será exibida tanto no modo como o aluno aprende, como no modo como ele transfere o que foi aprendido para contextos mais amplos (CORREIA, 2011, p. 348).

Em termos educacionais a autonomia estaria relacionada à capacidade de um indivíduo em ser responsável pela própria aprendizagem, planejando e monitorando suas atividades durante todo o processo (HOLEC, 1981; LITTLE, 1991). Freire (1996), por sua vez, embora não tenha atribuído um conceito para autonomia a associou à liberdade e a capacidade do aprendiz em construir e reconstruir seu próprio conhecimento.

Por outro lado, autores como Candy (1989) e Crabbe (1993) afirmam que, embora essa habilidade à autonomia seja inata ao ser humano geralmente é suprimida pela educação tradicional. Faz-se importante destacar, todavia, que outros autores como Karlsson *et al* (1997) e Paiva (2006) defendem que a autonomia pode se apresentar tanto como uma habilidade inata quando aprendida.

Por outro lado, em ambientes não formais de educação, como o Clube de Astronomia Vega, objeto de investigação deste estudo, a autonomia parece encontrar terreno mais fértil para se manifestar. A propósito, durante o tempo em que acompanhamos as

atividades do Clube várias situações com essas características foram constatadas, num indicativo de ser aquele um ambiente onde os aprendizes possuem certo grau de autonomia. Algumas dessas situações foram registradas em nosso diário de campo:

[...] o orientador precisou se ausentar um pouco, o que não impediu a continuação das atividades. Inclusive a escolha do programa [de computador] a ser usado [na observação noturna] aconteceu nesse intervalo de tempo. Ficou visível que os aprendizes têm liberdade para trabalhar por conta própria (OBSERVAÇÃO nº 03, 30/05/2017).

[...] mesmo o orientador ainda não tendo chegado os aprendizes trabalhavam intensamente nos projetos, mostrando um grau elevado de independência (OBSERVAÇÃO nº 04, 06/06/2017).

Os aprendizes trabalham com muita liberdade no desenvolvimento das atividades. Eles assumem o controle da situação na maioria das ocasiões e só chamam o orientador quando surge alguma dúvida que não pode ser resolvida por um deles. Algumas vezes desenvolvem uma atividade do início ao fim sem pedir ajuda uma única vez. O orientador, por sua vez, também não interfere muito, a menos que seja solicitado (OBSERVAÇÃO nº 07, 11/07/2017).

A4 informou [aos colegas] que, devido a problemas pessoais, o orientador não poderia estar presente [na sessão do Clube deste dia]. [No entanto], pelo grau de implicação que tenho notado nas atividades que venho acompanhando, a ausência do orientador não será grande problema [em relação ao desenvolvimento das atividades], fato que se confirmou na sequência da sessão (OBSERVAÇÃO nº 19, 01/11/2017).

Tomando como base as ideias de Holec (1981), Candy (1989); Little (1991), Crabbe (1993) e Freire (1996) caracterizamos autonomia como sendo uma habilidade inata, mas que também pode ser aprendida nas condições adequadas, ligada ao autogerenciamento, à capacidade de reflexão e a liberdade para fazer as próprias escolhas. Coligando esses conceitos com os indicadores relacionados à autonomia que surgiram durante a análise dos dados, defendemos que os aprendizes do Clube de Astronomia Vega apresentam um grau de autonomia que os possibilitam direcionar a própria aprendizagem.

Por fim, faz-se importante acrescentar que todos esses fatores característicos de autonomia que foram constatados no contexto desta investigação têm relação com a maneira não tradicional pela qual se desenvolvem as interações sociais entre os membros do grupo. Por sinal, as interações sociais desenvolvidas entre os participantes da pesquisa é a categoria de análise explorada na sequência.

### 5.2.6. Categoria 6: Interações sociais

A experiência é ativamente construída e reconstruída através da interação direta com o mundo e com as pessoas, e que realmente conhecimento é experiência.

Edith Ackermann

As interações sociais que acontecem entre os participantes num contexto educacional influenciam cada um dos membros do grupo por meio da interligação de suas vivências pessoais, da troca de saberes, da maneira como trabalham em grupo e como buscam resoluções para os problemas. Aprofundar o conhecimento sobre essas interações se configura como ferramenta de fundamental importância para se tentar entender o ambiente investigado, uma vez que

A interação social não se define, portanto, apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, as estratégias, a informação e os valores de um sistema que o inclui (FINO, 2001b, p. 7).

Nesse sentido, durante o tempo de inserção no campo de investigação ouvindo as conversas, acompanhando as rotinas, observando os comportamentos individuais e coletivos dos membros, a maneira como tomam decisões, a linguagem que utilizam e como empregam os recursos pedagógicos disponíveis, podemos caracterizar o grupo e mapear as atividades desenvolvidas.

Desse modo, a partir das impressões observadas em campo e dos indicadores emergentes da análise dos dados coletados identificamos três tipos de interações que envolvem os membros do grupo pesquisado:

a) **Interações aprendiz/aprendiz** – Esse tipo de interação social diz respeito às relações desenvolvidas entre os aprendizes durante as atividades cotidianas no ambiente do Clube. Nesse tipo de interação foi verificada constante troca de experiências e cooperação mútua nas atividades realizadas. A esse respeito registramos no diário de campo:

Verifica-se muita interação entre os membros do Clube. Trocam dicas uns com os outros, mostrando como fazer quando necessário, o que,

aparentemente, torna a aprendizagem como uma ação natural no decorrer das práticas pedagógicas, sem maiores rupturas ou traumas. [...] Os membros se mostram bem entusiasmados ao conseguirem produzir um material. Todos participam, leem e dão sugestões. Nesse cenário, A1 se destaca pela dedicação e cooperação junto aos colegas. Há uma constante troca de experiências no grupo. Mostram capacidade de autonomia de trabalho e de superação de obstáculos (OBSERVAÇÃO nº 13, 05/09/2017).

Outra constante verificada foi à prevalência do trabalho em grupo. De fato, a grande maioria das atividades que presenciamos no ambiente do Clube foram realizadas em grupo (especialmente em duplas), em uma relação um a um, num arranjo conhecido como aprendizagem mediada por pares (FINO, 1998). Nesta organização a aquisição de habilidades ocorreu de forma autorregulada que, por sua vez, foi precedida por uma regulação externa (VYGOTSKY, 2007), onde “[...] a responsabilidade pelo controle exterior é transferida do professor para o par-tutor, devendo essa transferência de controle promover aprendizagem auto-regulada” (FINO, 1998, p. 4). Essa relação pode ser constatada em alguns trechos de entrevistas/conversas com os pesquisados:

Investigador: No cotidiano do Clube, como em qualquer ambiente de educação, devem aparecer algumas situações, algumas atividades nas quais alguém vai ter dificuldade de realizar sozinho. Quando isso acontece, como vocês agem para resolver essa situação?

A2: O orientador deixa a gente “quebrar um pouco a cabeça” para que possamos aprender com nossos erros. Agora quando se chega a um ponto que não está conseguindo desenvolver sozinho você pede ajuda a alguém, quer vai tentar resolver o problema junto com você.

Investigador: Vocês também desenvolvem vários projetos que são levados para ambientes fora do Clube. Na realização desses projetos que são externalizados vocês trabalham mais individualmente ou mais coletivamente para desenvolver essas atividades?

A2: As atividades sempre são em grupo, normalmente os membros são divididos em duplas, [...]. Cada um escolhe seu grupo por interesse.

Investigador: [...] vocês sempre trabalham em grupo, com muito dinamismo, sempre participando de muitas coisas. Como você descreveria essa relação entre vocês durante as atividades?

A2: [...] sempre são trazidos temas de um trabalho a outro. Há coisas que nós não sabemos aí qualquer um [dos membros] vai lá e explica aquilo e gera um debate, mas ninguém quer ser melhor do que o outro porque tem um conhecimento a mais, todos somos iguais.

Investigador: Esse tipo de cooperação que ajuda nas atividades também existe entre os participantes e o orientador?

A2: Sim, com certeza. [...] Ele faz com que nós tenhamos autonomia para desenvolver nossas atividades (ENTREVISTA/CONVERSA COM A2, 22/02/2018).

Investigador: Quando acontece de alguém estar desenvolvendo algo e não conseguir fazer sozinho, como se resolve isso?

A4: Na maioria das vezes eu tento mais um pouco e se vê que não consigo recorro a alguém, aí vamos pensar juntos. A gente senta, pensa melhor sobre o problema [...] e vamos ver qual a melhor solução a aplicar (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Investigador: Você vê diferença quando se trabalha individualmente ou em dupla em relação ao andamento ou qualidade das atividades?

A5: Geralmente as coisas são mais adiantadas quando se trabalha em dupla, porque são duas cabeças pensando, aliás, três, porque o orientador também ajuda (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Nessa perspectiva de cooperação e troca de saberes criam-se condições para o surgimento de novas ideias que promovem discussões e favorecem a resolução de problemas, pois os aprendizes “[...] tornam-se perspicazes enquanto criadores ativos de suas próprias ferramentas cognitivas [...]” (ACKERMANN, 1993, p. 1).

**b) Interações aprendiz/orientador** – Este tipo de interação compreende as relações sociais que se desenvolvem entre os aprendizes e o orientador, que, no decorrer do caminhar investigativo ficou visível que ocorrem de uma maneira não impositiva e não hierarquizada, diferenciando-se em muitos aspectos das que acontecem na sala de aula tradicional.

Há uma relação muito mais familiar no ambiente do Clube de Astronomia do que o normal na escola. Não há uma hierarquia de professor e aluno. Não existe essa hierarquia. Há um nivelamento. Todos aprendem com todos e acabamos socializando o conhecimento. [...] Todos acabam fornecendo subsídios para as atividades, participando de forma igual (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Neste ambiente, a interação orientador/aprendiz baseia-se na promoção de espaços e maneiras para que o aprendiz desenvolva suas próprias habilidades, na medida em permite discussões, incentiva a autonomia, orienta as tomadas de decisões, ajuda na detecção de erros, impulsionado o avanço de novos patamares, pois como diz Ackermann (1993, p.1) “[...] um aprendiz não é somente um vaso a ser preenchido ou um ouvinte passivo a ser doutrinado. Conhecimento não é meramente uma mercadoria a ser transmitida de uma pessoa para outra.”

Em concordância com Ackermann (*Op. cit.*), entendemos o conhecimento como uma construção individual, sendo a cultura, o ambiente e as interações provedores dos materiais sobre os quais essa construção se firmará. Nessa perspectiva, Fino (1998), citando Resnick (1987), expressa que

o conhecimento é frequentemente construído quando o aprendiz interage como o professor (ou par mais capaz), pares, ou artefactos impregnados com vozes de outros, criando juntamente com eles o contexto para a interacção; através da interacção qualquer coisa é produzida colectivamente e partilhada entre os participantes. Esta *qualquer coisa* pode ser um sistema cooperativo de resolução de problemas, significados e compreensões discutidos e

negociados, senso comum e normas definindo situações e regulando comportamentos, envolvendo o processo também componentes sócio-emocionais; o aprendiz incorpora essa *qualquer coisa* gerando, elaborando ou revisitando o conhecimento (FINO, 1998, p.3, destaques do autor).

Em suma, no que diz respeito às interações orientador/aprendizes no contexto deste estudo, verificam-se que muito dos indicadores emergentes no processo investigativo são símiles aos apresentados pro Fino (*Op. cit.*), com o orientador agindo mais como um guia, não impondo as decisões, mas discutindo-as, não fazendo, mas dando liberdade para fazer.

c) **Interações membros do Clube/indivíduos externos** – Este tipo de interação se configura pelas relações sociais desenvolvidas entre os membros do Clube (os aprendizes com mais frequência) e pessoas de fora do Clube (geralmente estudantes do IFPE – *campus* Pesqueira e alunos de escolas públicas) e acontecem em momentos de atividades externalizadas pelos participantes do Clube de Astronomia, como ministração de palestras e minicursos, aulas experimentais em escolas públicas e observações diurnas e noturnas do céu.

Os indicadores que emergiram durante nosso acompanhamento *in loco* das atividades externas do Clube e da análise dos dados sinalizam para o compartilhamento de conhecimento nesse íterim. Trataremos desses indicadores com mais profundidade na categoria conseguinte.

### 5.2.7. Categoria 7: Socialização do conhecimento

Aprendemos quando interagimos com os outros e o mundo e depois, interiorizamos, quando nos voltamos para dentro, fazendo nossa própria síntese, nosso reencontro do mundo exterior com a nossa reelaboração pessoal.

José Manuel Moran

Ao falarmos, no tópico anterior, das interações sociais envolvendo os membros do Clube de Astronomia Vega – interações aprendiz/aprendiz, interações aprendiz/orientador e interações membros do Clube/indivíduos externos – foi constatado o compartilhamento de conhecimento, em maior ou menor grau, em todos os



três tipos de interações. Os dois primeiros casos dizem respeito à troca de saberes entre os membros do Clube, temas estes já sinalizados por indicadores abordados nas categorias de análise anteriormente exploradas – motivação, ambiente, cooperação, dinamismo, autonomia e interações sociais –, sendo, em grande parte, resultantes do conjunto destes fatores.

Nesta perspectiva, este tópico enfatizará as interações sociais desenvolvidas entre os membros do Clube e indivíduos de fora do Clube, que se caracterizam pela socialização do conhecimento astronômico na forma de divulgação científica nas escolas e comunidade em geral. Aliás, a importância de “levar a ciência” para fora do ambiente do Clube foi um tema comumente abordado pelos participantes da pesquisa, como se faz notar em alguns excertos de entrevistas/conversas com os investigados:

Investigador: Qual a sua opinião sobre a contribuição que um espaço como o Clube de Astronomia, que é um espaço não formal de educação, para a divulgação da ciência, da astronomia e da ciência no geral?

A1: O Clube busca contribuir em levar a ciência, astronomia e física, para as escolas. Por exemplo: todo ano participamos de uma caravana – Caravana da Ciência – que vai para o sertão aqui de Pernambuco divulgar a ciência e a astronomia. Estamos com projetos de astronomia nas escolas estaduais e municipais (ENTREVISTA/CONVERSA COM A1, 08/02/2018).

Investigador: Tenho observado que vocês muitas vezes fazem projetos e atividades que são externalizadas, levadas para outros ambientes fora do Clube, como escolas ou para a comunidade em geral. Esse compartilhamento do conhecimento que vocês fazem, até que ponto tu achas que isso é uma coisa importante, para o Clube e para vocês?

A3: É muito importante divulgar a ciência, a astronomia no caso, nas escolas, porque nas escolas não tem muito isso. Primeiro que os alunos nem gostam de física nas escolas e muitas vezes nem sabem o que é astronomia, então divulgamos para a comunidade e para as escolas. Para nós, serve de aprendizagem e de experiência (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

Investigador: Eu tenho percebido que vocês desenvolvem alguns projetos que são levados para fora do Clube, para escolas ou para apresentação na comunidade em geral. Essa questão de levar o conhecimento que é desenvolvido no Clube para outro lugar, até onde tu achas que isso é importante, esse compartilhamento do conhecimento?

A4: Sabemos que, principalmente aqui no Brasil, o interesse pela ciência é pouco, portanto, o quanto antes começarmos a espalhar a ciência, começar a influenciar as crianças do Ensino Fundamental e os adolescentes do Ensino Médio para o gosto pela ciência será melhor [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Investigador: Sabemos que as ciências no Brasil não são muito valorizadas, e a astronomia então nem se fala. Esses ambientes como o Clube de Astronomia e outros parecidos, qual a importância desses ambientes para divulgar essa ciência que fica tão por baixo do tapete?

A7: [...]. Buscamos divulgar a ciência [...]. Outra vertente é: alfabetizar as pessoas cientificamente sobre o que acontece na astronomia e na astrofísica,

porque percebemos que muitas pessoas são analfabetos científicos, quando veem um fenômeno já levam para o lado do misticismo e da astrologia, então procuramos desmistificar isso (ENTREVISTA/CONVERSA COM A7, 22/04/2018).

Também nas palavras do Orientador e de A2, que registramos em nosso diário de campo em eventos de observação astronômica em escolas, pode-se notar a relevância dada à socialização do conhecimento:

Esses momentos são muito importantes porque aproximam as pessoas da astronomia. Olhe quantos alunos vieram prestigiar o evento. Talvez aqui estejam os futuros membros do Clube, futuros professores ou futuros cientistas, quem sabe. Observar o céu talvez seja a primeira atividade científica da humanidade. Nada representa melhor a astronomia do que uma sessão de observação, seja diurna ou noturna (OBSERVAÇÃO nº 11, 21/08/2017).

Considero [a visita à escola] muito produtiva, pois podemos despertar certo interesse pela astronomia nos alunos através da apresentação dos conceitos mais básicos de posição e visualização do céu e movimentos da Terra e da Lua, além dos movimentos aparentes das estrelas. E teve a observação pelo telescópio que sempre desperta muito interesse. Só em saber que estamos divulgando a ciência e compartilhando um pouquinho do conhecimento astronômico com esses alunos já me deixa muito realizado (OBSERVAÇÃO nº 15, 26/09/2017).

Da apreciação dos trechos de entrevista/conversas e observações de atividades acima apresentados se percebe que há uma externalização do conhecimento astronômico produzido pelos membros do Clube, que, como bem expressa A3 (*Op. cit.*), em contrapartida, também aprendem.

Por este ângulo, as análises das práticas pedagógicas externalizadas pelos participantes da pesquisa aludem para um processo de construção de conhecimento que ultrapassa o ambiente educacional do Clube de Astronomia Vega, verificável pela ênfase nas construções particulares e compartilháveis de cada indivíduo.

De fato, nestas situações em que há um comprometimento com a construção de algo particular e compartilhável o conhecimento tende a ser construído pelo próprio aprendiz a partir de um ciclo de externalização do que está dentro e internalização do que está fora (PAPERT, 1990).

### 5.2.8. Categoria 8: Inovação pedagógica

A inovação pedagógica tem que ver, fundamentalmente, com mudanças nas práticas pedagógicas e essas mudanças envolvem sempre um posicionamento crítico face às práticas pedagógicas tradicionais.

Carlos Nogueira Fino

Com base na análise do *corpus* empírico e de indícios resultantes das observações participantes decorrentes da nossa estadia no campo de investigação foram constatados indicadores que apontavam para mudanças nas práticas pedagógicas que ali se desenvolviam, desafiando o paradigma tradicional de educação e aprendizagem.

Da confluência desses indicadores que sinalizavam para um sentido de transição do tradicional para algo novo, onde o conhecimento é construído por meio de um processo reflexivo, indicando novas formas de pensar, fazer e saber que emergiu a “categoria inovação pedagógica”, tendo em mente que

A inovação pedagógica não é induzida *de fora*, mas um processo *de dentro*, que implica reflexão, criatividade e sentido crítico e autocrítico. [E embora possa ser] inspirada ou estimulada por ideias e movimentos, que extravasam do âmbito local, é sempre uma opção individual e local (FINO, 2008a, p. 2, destaques do autor).

Sendo, pois, a inovação pedagógica um processo local e individual como supracitado e que “[...] envolve obrigatoriamente as práticas” (*Ibidem*, p. 2) – ideia da qual compartilhamos – devemos atentar para os fatores que possam vir a desencadear esse processo. Nesse sentido e considerando os indicadores emergentes no transcorrer deste processo investigativo, acreditamos que esse estímulo *de dentro* passe pela autonomia dos aprendizes, pela configuração não tradicional do ambiente e pelo papel do orientador enquanto organizador desse ambiente, levando ambos, aprendizes e orientador a serem capaz de

[...] romper com o *status quo*. [...], distinguir-se do objecto presente, aqui e agora, e assumir uma atitude crítica projectando-se sempre no futuro. [...] de fazer a avaliação do meio social onde se integra sem ter medo das reacções dos que a envolvem. [...] participando na transformação progressiva do seu meio, não criticando apenas por criticar, porque sua crítica é sempre acompanhada de capacidade de mudança (SOUSA, 2004, p. 159).

Ademais, a verificação da natureza dos aprendizes e da maneira com se relacionam cotidianamente entre si e com o orientador no contexto do Clube de Astronomia aponta para uma construção coletiva do conhecimento, tendo o aprendiz, na maioria das vezes, como protagonista do processo. E neste processo de construção coletiva – onde geralmente se trabalha em duplas – é comum que o orientador ou um aprendiz mais apto atue como par-tutor do processo agindo na Zona de Desenvolvimento Proximal (VYGOTSKY, 2007).

Por fim, merece menção a maneira como os recursos tecnológicos são operados durante as práticas do Clube. Faz-se importante lembrar que a tecnologia em si não representa inovação e se mal utilizada pode mascarar de inovadoras velhas práticas (FINO, 2008a). No entanto, recursos tecnológicos quando bem empregadas podem atuar como poderosos auxiliares ao proporcionar a criação de novos ambientes que descentralizam a informação, desafiam a inércia cultural vigente nos ambientes educacionais e facilitam a aprendizagem.

### **5.2.9. Categoria 9: Aprendizagem**

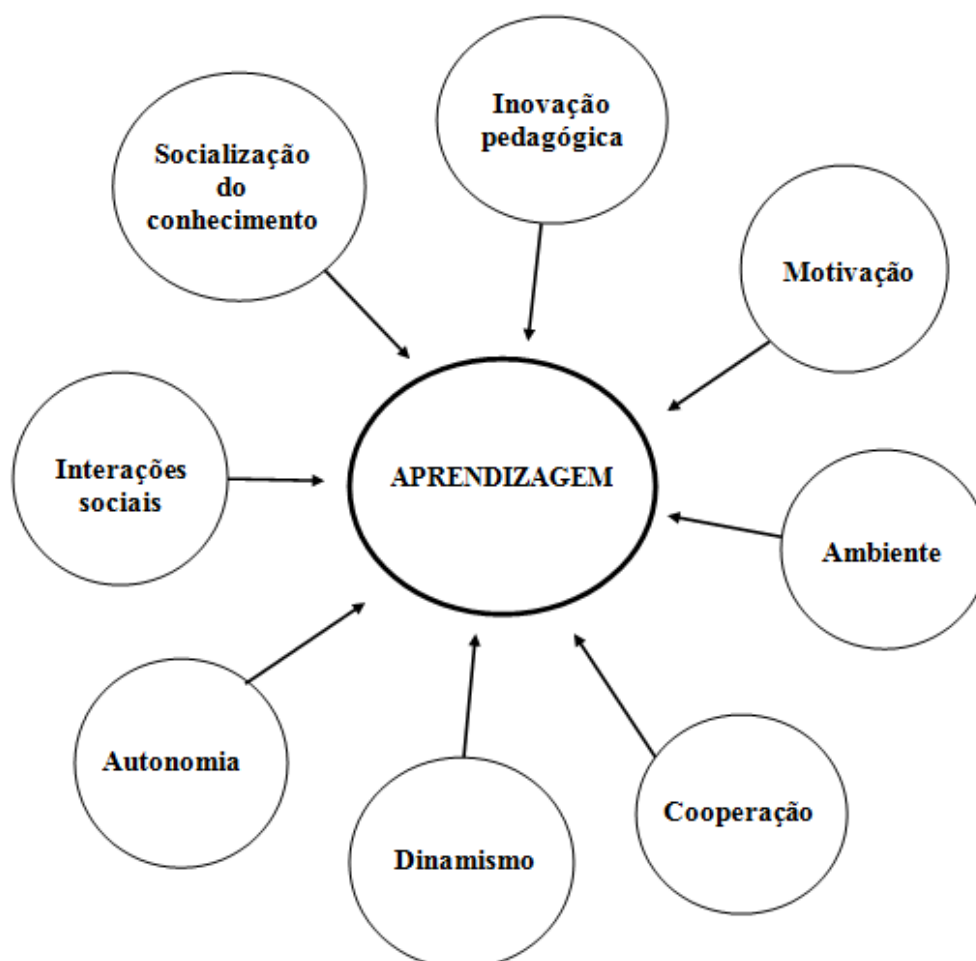
A aprendizagem não é em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderiam produzir-se sem aprendizagem. Por isso, a aprendizagem é um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam essas características humanas não naturais, mas formadas historicamente.

Lev Semenovich Vygotsky

Partindo das observações em campo e das análises dos dados coletados durante o processo investigativo, alguns fatores que apontam para a construção do conhecimento e, por conseguinte, contribuem para a aprendizagem envolvendo os protagonistas do estudo foram constatados, dentre os quais podemos verificar: um ambiente acolhedor, estimulante, com liberdade para trabalhar e diferente do comumente observado nas salas de aula tradicionais; uma postura pedagógica não hierarquizada entre os membros, que facilita o trabalho cooperativo, a autonomia dos aprendizes e o dinamismo das

atividades; a busca coletiva de soluções para os problemas; e a partilha do conhecimento através da divulgação científica em escolas e/ou comunidade em geral.

Sendo assim, no contexto desta investigação, a “categoria aprendizagem” envolve o conjunto de todos os fatores anteriormente analisados (motivação, ambiente, cooperação, dinamismo, autonomia, interações sociais, socialização do conhecimento e inovação pedagógica), como esquematizado na figura abaixo:



**FIGURA 5:** Fatores conducentes à aprendizagem no contexto do Clube de Astronomia Vega

Nesse sentido, a confluência dos diferentes fatores acima mencionados contribuem para que haja, por meio das práticas pedagógicas desenvolvidas pelos seus participantes, uma construção de conhecimento capaz de exceder o contexto do Clube de Astronomia e acompanhar o indivíduo na sua vida fora do ambiente do contexto educacional, abrindo caminho a uma aprendizagem real e significativa.

Citando Papert (1991), Sousa & Fino (2001) esclarecem que uma aprendizagem situada no contexto em que se desenvolve juntamente com a socialização do conhecimento produzido no ambiente educacional se configuram como pressupostos indispensáveis para a formação de novos significados. Nesse contexto, o processo aprendizagem se apresenta como sendo o resultado da aquisição de novos significados ancorados aos conceitos inerentes ao aprendiz, negociados e compartilhados socialmente (AUSUBEL, 2003; CORREIA, 2011; MOREIRA, 2012), pois, de acordo com Ausubel *et al.* (1980),

O ser humano constrói significados de maneira mais eficiente quando considera inicialmente a aprendizagem das questões mais gerais e inclusivas de um tema, ao invés de trabalhar inicialmente com as questões mais específicas desse assunto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 160).

Papert (1980) denominou de “princípios matéticos” essa relação entre conceitos novos e outros já existentes como fator facilitador do processo de aprendizagem, descrevendo-os em duas etapas da seguinte maneira: *“First, relate what is new and to be learned to something you already know. Second, take what is new and make it your own: Make something new with it, play with it, build with it”*<sup>164</sup> (PAPERT, 1980, p. 120).

De acordo com o autor supracitado esses dois princípios matéticos constituem o caminho em comum que geralmente é percorrido por um aprendiz quando confrontado com algo novo, podendo ser considerados como os passos iniciais da aprendizagem, algo também mencionado por Piaget (1990) sobre aprendizagem espontânea em crianças, as quais, segundo esse entendimento, *“[...] absorbs the new into the old in a process that Piaget calls ‘assimilation’, and the child constructs his knowledge in the course of actively working with it”*<sup>165</sup> (PAPERT, 1980, p. 120, destaque do autor).

No entanto, apesar dos princípios matéticos ilustrarem relativamente bem o processo de aprendizagem, Papert (*Op. cit.*) atenta para possíveis obstáculos que frequentemente acontecem durante esse processo, à medida que é perfeitamente comum o conhecimento novo contradizer o antigo. *“Sometimes the conflicting pieces of knowledge can be reconciled, sometimes one or the other must be abandoned, and sometimes the two can*

---

<sup>164</sup> Primeiro, relacione a novidade a ser aprendida com alguma coisa que você já conhece. Segundo, pegue a coisa nova e torne-a sua: faça alguma coisa nova com ela, brinque com ela, construa com ela. (Tradução nossa).

<sup>165</sup> [...] absorve o novo no velho por meio de um processo que ele chama de *assimilação*, e a criança constrói seu conhecimento no curso de trabalhar ativamente com ele. (Tradução nossa).

*both be 'kept around' if safely maintained in separate mental compartments*”<sup>166</sup> (*Ibidem*, p. 121, destaque do autor). E nesse percurso tornar-se-ão mais bem sucedidos os aprendizes que melhor souberem lidar com esses obstáculos.

Com essa perspectiva podemos contextualizar algumas evidências de nossas observações no Clube de Astronomia com estas estratégias de aprendizagem, destacando situações em que ideias astronômicas formais entram em conflito com conhecimentos do senso comum.

Um exemplo observado durante nossa estadia no campo foi sobre a interferência da Lua sobre o crescimento dos cabelos, quando uma das participantes do Clube disse que só iria cortar o cabelo quando a Lua estivesse cheia. Ora, é cientificamente comprovado que a força gravitacional da Lua influencia as marés, no entanto não há estudos que comprovem que a Lua tenha alguma influência sobre o crescimento dos cabelos. Nesse caso verifica-se um conflito entre o conhecimento científico sobre a Lua e as experiências baseadas no senso comum.

Outro exemplo foi observado quando, durante uma atividade realizada em uma escola pública de Ensino Fundamental, um dos aprendizes do Clube falava sobre cometas, meteoros e meteoritos. Na ocasião as experiências do senso comum de alguns alunos sobre as “estrelas cadentes” visivelmente entraram em conflito com o novo conhecimento referente à verdadeira natureza desses objetos celestes.

Situações de aprendizagem que apresentam conflito de conceitos como as relatadas anteriormente são, segundo Papert (1980), propícias ao surgimento de “[...] *'learning paths' [...], where learners can become the active, constructing architects of their own learning*”<sup>167</sup> (*Idem*, p. 122, destaque do autor).

Em suma, fazendo uma análise geral do conjunto de atividades desenvolvidas pelos membros do Clube – realizadas interna ou externamente e que geram ou não conflitos de conceitos – percebe-se que os aprendizes atuam ativamente na construção do próprio

---

<sup>166</sup> Às vezes as partes conflitantes do conhecimento podem ser reconciliadas, às vezes uma ou outra deve ser abandonada e, às vezes, ambas podem ser “conservadas”, se mantidas com segurança em compartimentos mentais separados. (Tradução nossa).

<sup>167</sup> [...] “caminhos de aprendizagem” [...], onde os aprendizes podem se tornar os arquitetos ativos e construtores de sua própria aprendizagem. (Tradução nossa).

conhecimento e mostram indícios do desenvolvimento de aprendizagem significativa, nos termos descritos por Ausubel (1968; 2003).

Bem, após esse breve esboço no qual buscamos reunir em categorias de afinidade os principais e mais recorrentes indicadores que surgiram ou foram confirmados pela análise dos dados coletados, podemos avançar um pouco mais na fase analítica do estudo e buscar respostas às questões iniciais da investigação.

### **5.3. Respostas às questões tendo em vista a descrição de uma cultura**

O ator social existe e troca mensagens dentro de um código fundamental que temos em comum. Este código é a cultura.

Everardo Guimarães Rocha

No decorrer deste estudo todos os dados coletados e tratados da forma referida no capítulo sobre a metodologia<sup>168</sup> visaram à caracterização da cultura presente no Clube de Astronomia Vega, objeto de estudo desta investigação. Assim, buscamos reunir tantas evidências quantas possíveis para responder às questões da investigação.

A propósito, este estudo teve como questões específicas:

- Que atividades são processadas no Clube de Astronomia Vega?
- Quem são e quais os interesses dos atores envolvidos nas atividades realizadas no Clube Vega?
- Diante das práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia, como se dá a construção do conhecimento?
- Como é que diferentes configurações entre orientadores e aprendizes perspectivam uma ruptura paradigmática?
- Em que medida o ambiente pesquisado origina práticas pedagógicas inovadoras?
- A educação em astronomia contribui para uma aprendizagem que se faça significativa para os aprendizes?

---

<sup>168</sup> Cf. Capítulo 4.



Cabe ressaltar que o processo de análise se deu durante todo o processo investigativo, sendo, no entanto, intensificado após a saturação dos dados (MACEDO, 2000), no período pós-coleta. A partir deste momento, o conjunto do *corpus* empírico foi dividido, triangulado e reunido, por afinidade, em indicadores, dando origem a categorias de análise, que por sua vez serviram de base para as discussões apresentadas a seguir.

### 5.3.1. Resposta à questão 1: Que atividades são desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega?

Os próprios estudantes devem conduzir os projetos e procurar, em sua construção, resultados que possam superar a metodologia das superficialidades, isto é, os conceitos do senso comum, aprofundando mais o lado científico do estudo.

Jorge Santos Martins

As atividades desenvolvidas no Clube de Astronomia determinam o envolvimento do grupo e indicam o tipo de trabalho que lá se desenvolve. Estas atividades são bem diversificadas e, embora apresentem alguns indicadores em comum, para fins didáticos e melhor compreensão, foram reunidas em três grupos, que o Orientador do Clube em entrevista/conversa chamou de os “três pilares” e assim as descreveu quando indagado sobre quais tipos de atividades são desenvolvidas no referido contexto:

Investigador: Quais os principais tipos de atividades que são desenvolvidos aqui no Clube?

Orientador: **O Clube tem três pilares que são a pesquisa, o estudo e a extensão.** Nós temos projetos de pesquisa. Alguns projetos você pode acompanhar. No final esses projetos são transformados em artigos e enviados para congressos, revistas e meios de divulgação. A outra coisa, que é o estudo, serve como base, como um canal de suporte e como meio para a pesquisa. [...] Geralmente a gente recebe alunos, no Clube de Astronomia, que tem muitas dificuldades porque são alunos que vem da rede pública, que tem toda a dificuldade no curso de física, dado os problemas que a gente sabe que existem. No Clube de Astronomia eles recebem suporte em cálculo, em física básica e posteriormente vamos ampliando até chegar a disciplinas mais elevadas. Além disso, estudam astronomia, eletrônica e programação de computadores, para poderem desenvolver os projetos de pesquisa. E o terceiro pilar, que é a extensão, que é levar para a comunidade tudo que é... não necessariamente tudo, mas parte do que os alunos aprendem aqui. A gente atende a demanda das escolas, as escolas solicitam e a gente vai para a escola. Levamos os equipamentos, telescópios, essas coisas todas (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018, destaque nosso).

Tal-qualmente os aprendizes também fazem referências sobre estes tipos de atividades, como mostram os excertos de entrevistas/conversas que seguem:

Investigador: Em relação às atividades que vocês desenvolvem aqui, quais os principais tipos de atividades que vocês desenvolvem aqui no Clube de Astronomia?

A4: [...] É tudo bem diverso. Desenvolvemos pesquisas na área de astronomia e também produzimos artigos com as pesquisas que fazemos, além de experimentos na área pesquisada (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Investigador: Percebi que aqui no Clube vocês fazem vários tipos de atividades. Quais os principais tipos de atividades que vocês desenvolvem?

A5: Bom, no momento estamos fazendo principalmente projetos, escrevendo artigos [...], mas também fazemos estudos da astronomia e estudos relacionados ao curso de física ou de eletrônica para que possamos usar nos projetos (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Investigador: As atividades que vocês desenvolvem aqui no Clube, pelo que percebo, são bem variadas. Que tipos de atividades vocês desenvolvem aqui?

A6: Como atividades do Clube em si procuraram fazer artigos científicos e projetos na área de astronomia e física, e experimentos na área de astronomia. Tem a parte da extensão também, quando saímos e fazemos cursos, minicursos e palestras nas escolas. Além do trabalho que é feito no Clube tem o extra Clube (ENTREVISTA/CONVERSA COM A6, 15/04/2018).

Partindo da descrição do Orientador e das citações dos aprendizes acima apresentadas sobre as diferentes práticas desenvolvidas no cotidiano do Clube de Astronomia Vega, passemos a analisar com mais minúcias estes grupos de atividades:

**a) Atividades que envolvem pesquisa** – estas atividades representam o tipo mais observado durante as dinâmicas do Clube nas quais estivemos presente. Este tipo de atividade caracteriza-se pelo desenvolvimento de pesquisas teóricas ou práticas, quase sempre na forma de projetos que geralmente são externalizados, quer em publicações científicas, quer em eventos fora do Clube. Nestes momentos é comum o trabalho em duplas.

Papert (1994) defende o trabalho com projetos de pesquisa, pois, segundo ele, esta prática faz com que os aprendizes assumam a responsabilidade do que estão fazendo, possibilitando que encontre por si mesmos mecanismos para resolver os problemas que vão surgindo ao longo do percurso. Para Bagno (2007, p. 22), trabalhar com projetos de pesquisa “[...] é lançar ideias para frente, é prever as etapas do trabalho, é definir aonde se quer chegar com ele – assim, durante o trabalho prático, saberemos como agir, que decisões tomar [...]”.

Como já foi mencionado, nas dinâmicas cotidianas observadas no contexto do Clube de Astronomia há projetos de pesquisa puramente teóricos e outros que envolvem experimentos práticos. Embora ambos sejam desenvolvidos seguindo uma sequência de etapas mais ou mesmo parecida – pesquisa, discussão, construção, experimentação – é no segundo caso que a concretização do que foi idealizado faz-se perceptível com mais clareza.

O desenvolvimento destes projetos que envolvem a construção ou a manipulação de materiais e equipamentos, em especial no contexto investigado onde os aprendizes frequentemente reutilizam ou adaptam materiais às suas necessidades de construção, representa, na prática, o que chamamos de *bricolage* (PAPERT, 1994; 1997), e que pudemos constatar em vários momentos durante nossas observações participantes. O trecho do diário de campo reproduzido a seguir representa um registro de uma atividade dessa natureza:

A3 e A4 mal chegaram e sem perder tempo já se debruçaram no projeto do anemômetro, hoje ajudados por A1. Dedicaram-se à construção do motor que fará o experimento funcionar.

- Esta peça! Vamos analisar melhor, pois não me parece que esteja correta, acredito que devemos substituí-la, comentou A3 mostrando uma peça específica.

Como resposta A4 falou: - Vamos testar com essa outra.

Neste momento, as discussões giram em torno dos tipos de resistores, amplificadores, voltímetros e amperímetros.

As atividades são bem dinâmicas e cooperativas. Enquanto A2 e A8, com o auxílio do Orientador, tentam “calibrar” o programa que será usado para fazer as leituras dos dados, A3 já trabalha soldando algumas peças do experimento e, não raramente, os aprendizes vistoriam e opinam nas atividades dos outros.

Após testar a nova peça soldada, A3 pergunta a opinião de A1, que responde:

- Agora sim, está bem melhor. Com aquela peça não iria funcionar corretamente.

E continuando a montagem:

A3 – Essa peça não está bem encaixada, olha aqui a “bronca”!

A4 – Tenta girá-la em outra direção.

A3 – Já girei e nada, não está dando certo.

A1 – Usa um resistor 5K.

A3 – Vou tentar.

Alguns minutos depois.

A3 – Não é que era isso mesmo. Funcionou direitinho.

Percebe-se que A3 sente confiança em A1, sempre pedindo sua opinião, o qual, por sua vez, sempre se mostra disposta a ajudar. Talvez por A1 ser um dos mais antigos membros do grupo represente um ponto de apoio para os outros aprendizes. É comum recorrerem a ele quando se deparam com situações mais complicadas (OBSERVAÇÃO nº 03, 30/05/2017).

Interação análoga também se fez notar em outro momento quando os membros do Clube estavam a testar alguns aplicativos e programas que os auxiliariam nas sessões de observação noturna e/ou diurnas do céu.

[...] os aprendizes presentes testavam e avaliavam a eficiência de alguns aplicativos astronômicos que os ajudariam nas observações [do céu].

O orientador explicou que geralmente eles utilizam o *Star Chart* [...], mas estão analisando duas outras opções: o *SkEye Astronomy* [...] e o *Night Sky Lite* [...]<sup>169</sup>.

Pelo que parece, é a primeira vez que A8 tem contato com essa tecnologia e A4 explica pacientemente como usar:

A8 – É muito difícil de usar isso, sem contar que está todo em inglês e eu não entendo inglês.

No entanto, A4 o incentiva dizendo que é só ter um pouco de paciência e que em breve estará usando automaticamente.

De fato, alguns minutos depois, com as dicas de A4 e, às vezes, de A2, A8 já consegue usar o aplicativo sem maiores problemas (OBSERVAÇÃO nº 05, 12/06/2017).

As dinâmicas acima mencionadas relatam situações normalmente observadas no cotidiano do Clube de Astronomia Vega, nas quais as atividades acontecem em coparticipação entre orientador e aprendizes, e onde, com certa frequência, os aprendizes tomam as rédeas da situação e o orientador assume papel de guia, criando-se aberturas para o diálogo participativo e a partilha de informações entre os membros.

Ademais, nota-se que amiúde alguns aprendizes (especialmente A1 e A4) atuam como par-tutor mais experiente junto a seus colegas durante as atividades, o que facilita que ambos se sintam como indivíduos ativos e motivados para que possam protagonizar a própria aprendizagem.

Faz-se necessário ressaltar ainda que a sala do Clube de Astronomia, local no qual a maior parte das pesquisas e dos projetos se desenvolve, possuía particularidades próprias, diferenciando-a, em configurações físicas e atitudinais, do que comumente se observa em uma sala de aula tradicional. Neste ambiente os aprendizes geralmente

---

<sup>169</sup> O *Star Chart* é um aplicativo utilizado como carta celeste, ajudando a localizar estrelas e planetas. Para mais informações: <<https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/star-chart.html>>. Acesso em: 11 ago. 2018. O *SkEye Astronomy* funciona como um guia de identificação de estrelas, o que facilita a busca por um objeto específico no céu. Para mais informações: <<http://lavadip.com/skeye/>>. Acesso em: 11 ago. 2018. O *Night Sky Lite*, além de ajudar a localizar objetos celestes também funciona como uma espécie de comunidade, cujos membros fornecem dados diários sobre o as condições de observação celeste ao redor do mundo. Para mais informações: <<https://downloads.tomsguide.com/Night-Sky-Lite,0301-65907.html>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

trabalham em pares – quer na mesa central, quer nas bancadas laterais da sala<sup>170</sup> – o que facilita o descolamento do orientador entre as duplas ou mesmo o trânsito e a comunicação dos aprendizes entre si, favorecendo a cooperação mútua.

Em suma, o desenvolvimento destas atividades baseadas em projetos de pesquisa, nos termos em que os evidenciamos no contexto do Clube, por demonstrar a construção compartilhada do conhecimento, desenvolvida em um ambiente em que se notam mudanças nas relações pedagógicas entre aprendizes e orientador apontam indícios de práticas inovadoras.

**b) Atividades de estudo** – no contexto investigado, estas atividades se configuraram por situações em que os aprendizes, sozinhos ou em grupos, buscavam sanar dúvidas ou aprofundar o entendimento em relação a assuntos relacionados à astronomia ou referentes a seus respectivos cursos. Eis o registro de algumas sessões dedicadas a esse tipo de atividade:

Hoje todos os participantes estavam presentes no Clube. [...].

Já no início das atividades notei certo alvoroço na sala e logo entendi o motivo: é que todos os aprendizes estavam inscritos na OBA (Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica) e o exame seria realizado daqui a alguns dias. Então, o encontro de hoje foi dedicado ao estudo e revisão de assuntos referentes à OBA.

Com dinamismo formaram duplas de estudo. O Orientador trouxe alguns simulados de provas das OBA de anos anteriores para que respondam. Combinaram que responderiam em duas horas e reservaram uma hora para sanar dúvidas. Como bastante concentração, começaram a responder.

Ao final do tempo determinado se organizaram em dois grupos para analisar os resultados. Deve-se destacar que poucas vezes durante a correção pediram alguma ajuda ao orientador. Eles mesmos debatiam, encontravam e corrigiam seus erros (OBSERVAÇÃO nº 02, 16/05/2017).

Cheguei à sala do Clube e todos os membros já estavam presentes. Reinava um silêncio absoluto na sala. Alguns aprendizes estavam sentados em duplas e alguns sozinhos. Um pouco depois descobri o motivo de tamanho silêncio e concentração.

- É que os exames finais do Curso de Física começarão amanhã e os membros do Clube estão estudando para as provas, afinal eles precisam se sair bem no curso também, me explicou o orientador.

Toda a sessão de hoje está sendo dedicada aos estudos. O mais interessante nisso tudo é a maneira como interagem e cooperam entre si. Embora estejam estudando assuntos diferentes, pois alguns estão em períodos diferentes no curso, é comum a cooperação, com uns auxiliando os outros em esclarecimento de dúvidas.

O orientador deixa os aprendizes livres para estudarem por conta própria, mas fica atento e vigilante para atender quando solicitado.

---

<sup>170</sup> Em relação à organização física e estrutural da sala do Clube de Astronomia Vega cf. Capítulo 2, Tópico 2.5.4.1 e Capítulo 5, Tópico 5.2.2.

- Estou com muita dificuldade em entender esses cálculos aqui, disse A2. Alguém pode me ajudar?

Imediatamente A1 e o orientador sentaram ao lado de A2 e começaram a explicar as fórmulas e ajudar na resolução dos problemas (OBSERVAÇÃO nº 23, 12/12/2017).

A sessão de hoje do Clube teve início com o orientador distribuindo um material impresso aos aprendizes. Tratava-se de uma apostila, quase que autoexplicativa, sobre metodologia científica e as regras mais atuais da ABNT [Associação Brasileira de Normas Técnicas] para escrita de textos nos padrões científicos.

A primeira metade do encontro foi dedicada ao estudo desse material. Liam, questionavam e anotavam várias coisas na própria apostila ou em outro papel.

- Agora clareou para darmos continuidade aos artigos, afirmou A5. E continuou: sem contar que quando tivermos dúvidas podemos consultar este material (OBSERVAÇÃO nº 30, 13/03/2018).

Importante ressaltar ainda que, durante a realização deste tipo de dinâmica, talvez por se tratar, na grande maioria das vezes, de uma atividade puramente teórica não se faz notar a mesma motivação observada em outras atividades, embora a busca pelo conhecimento não seja negligenciada.

No entanto, apesar da motivação não alcançar os níveis observados em outras atividades, alguns fatores fazem-se visíveis nestes momentos de estudo, dentre os quais se destacam: a autonomia – pois os aprendizes fazem a maior parte do trabalho por conta própria, com o orientador atuando como guia –, a cooperação – notada na troca de experiências e ajuda mútua entre os membros –, além do fortalecimento das relações sociais entre os membros.

Ao passo que atua como guia e concede autonomia, o orientador possibilita que os aprendizes possam explorar, de forma ativa e crítica, os nutrientes cognitivos existentes no ambiente e partir dos quais constroem conhecimento (PAPERT, 1980; SOUSA & FINO, 2001).

Este espaço à autonomia serve, ainda, como fator impulsionador para uma cultura de compartilhamento, o que possibilita que os aprendizes exerçam atividades metacognitivas no decorrer das quais os mais aptos atuam como pares-tutores agindo na ZDP dos colegas menos aptos (VYGOTSKY, 2007).

A cooperação com outros membros mais capazes, quer seja com o orientador quer com um colega mais apto, abre espaço ao desenvolvimento cognitivo. Esta visão, embora

não teleológica no sentido de desenvolvimento universal, pode representar, em um sentido mais restrito, o caminho que conduz a uma aprendizagem de cooperação.

**c) Atividades de socialização<sup>171</sup>** – estas atividades representam a externalização do conhecimento produzido pelos membros do Clube para escolas ou outros setores da comunidade e se configura, segundo os indicadores emergentes, como atividades destinadas à divulgação e alfabetização científica, pois, “esses trabalhos levados às escolas ajudam a divulgar a ciência e a astronomia para que as pessoas se interessem mais pelo assunto” (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Quando falamos de socialização do conhecimento reportam-nos a Papert (1990) e o entendimento do construcionismo como a produção de algo externo ou que possa ser compartilhado. Esta negociação social, ao criar e aprofundar diálogos entre os aprendizes e com a comunidade abre caminho para formar e testar esse conhecimento (PAPERT, 1994; SOUSA & FINO, 2001). Eis o registro de uma sessão externa do Clube de Astronomia realizada em uma escola estadual da cidade:

Hoje a observação se realiza na Escola Estadual Margarida Falcão. É a primeira vez que acompanho uma atividade externa do Clube de Astronomia. Cheguei ao local às 9:00h.

Quando da minha chegada os aprendizes A2 e A7 já estavam regulando o telescópio no pátio da escola, enquanto A3 e A5 se organizavam no auditório, repassando os *slides* da explanação.

Às 9:30h os alunos já estavam no auditório para ouvirem as explicações sobre os temas astronômicos, com especial destaque para o Sol, que seria objeto de visualização no telescópio.

Devido às limitações do espaço físico os alunos foram divididos em três grupos. Enquanto um grupo ouvia as explicações, outro fazia visualizações no telescópio.

Entre as trocas de grupo perguntei a A2 o que ele achava desses momentos. Este me disse:

- Eu adoro estes momentos. É um pouco trabalhoso lidar com crianças e adolescentes, mas ao mesmo tempo, é muito gratificante, porque não adianta nada se ficarmos com o conhecimento só para nós. Conhecimento tem que ser compartilhado.

Durante todo o tempo dava para ver a cara de expectativa nos alunos, muitos dos quais nunca tinham olhado para o céu através de um telescópio. Alguns se mostraram mais ansiosos, fazendo perguntas aos membros do Clube que tentavam responder da melhor maneira possível.

No final do evento, conversando com A3 sobre o quão importante ver o interesse dos estudantes pela astronomia:

- Em todas as escolas que vamos é assim, sempre despertamos muito interesse nos estudantes. Hoje saímos felizes, pois sentimos que plantamos

---

<sup>171</sup> Tanto o orientador do Clube quanto os aprendizes se referem a este tipo de atividade como “Atividade de Extensão”, no entanto preferimos o termo “Socialização” por acreditarmos que melhor representa a natureza das atividades observadas.

mais uma sementinha da ciência que, de alguma forma, já está germinando e acredito que em breve estaremos colhendo os frutos.

Ouvindo estas palavras de A2 ponho-me a pensar na contribuição da educação em astronomia para a construção de uma aprendizagem significativa em ciências. Percebo que os aprendizes do Clube não só estão aprendendo significativamente como também estão socializando esse conhecimento.

Na saída, agradeço aos aprendizes do Clube pela oportunidade de estar presente neste momento. Despeço-me por hoje (OBSERVAÇÃO nº 08, 18/07/2017).

O tipo de sessão relatado assim acontece sempre que uma escola (estadual ou municipal) convida o Clube de Astronomia para organizar, ou fazer parte de uma atividade dedicada à ciência. Geralmente acontecem em escolas da própria cidade, embora, em momentos especiais, podem ser realizados em escolas de outros municípios, como o relatado abaixo:

Hoje acompanhei os membros do Clube à Escola Municipal José Paes Gramim, localizada no Distrito de Perpétuo Socorro, município de Alagoinha.

Saímos de Pesqueira às 7:30 h em um transporte disponibilizado pelo IFPE com destino ao referido distrito, em uma viagem de aproximadamente 40 min. Ao chegarmos, a escola estava toda preparada para receber a equipe do Clube de Astronomia.

A1 me explicara durante a viagem que essa escola foi escolhida porque o Distrito de Perpétuo Socorro fica localizado a apenas 5 km do local em que foi registrada a maior incidência de queda de meteoritos há 95 anos, a qual ficou conhecida como “Chuva de Meteoros da Serra do Magé”<sup>172</sup>.

Os membros do Clube, de início falaram para toda a comunidade escolar sobre a chuva de meteoros e sobre outros temas relacionados à Astronomia. Depois, os estudantes foram divididos em grupos menores e direcionados para algumas salas onde os integrantes do Clube desenvolveram alguns trabalhos com eles, que variou dependendo da faixa etária: os menores desenvolveram pinturas e colagens e os maiores produções e análises mais complexas.

Aos poucos, na medida em que iam finalizando as atividades nas salas, eram levados ao pátio para observarem através do telescópio.

[...] este momento de observação sempre é o que causa mais excitação nos estudantes, pois, para a maioria, é a primeira vez que fazem uma visualização usando um telescópio. Dava para notar a satisfação nos rostos dos alunos, dos menores aos maiores.

Por fim, depois de uma manhã intensa de atividades, o encontro foi encerrado às 11:30h [...].

No retorno de 40 min. perguntei a A1 como ele avaliava a visita:

A1 – Estou bem cansado, mas a satisfação supera o cansaço. Não é a primeira vez que fazemos esse tipo de atividade, mas sempre me sinto como na primeira vez. Saber que levamos um pouco da astronomia para estudantes é bom demais. Quem sabe se não plantamos a semente de um futuro cientista? (OBSERVAÇÃO nº 32, 27/03/2018).

---

<sup>172</sup> Este evento astronômico aconteceu no dia 1º de outubro de 1923, iniciando por volta das 11h, e tendo como área de maior intensidade a Serra do Magé, Alagoinha, que na época fazia parte do município de Pesqueira – PE. Para mais informações sobre a “Chuva de Meteoros da Serra do Magé” indicamos a obra *Estudos geológicos de Pernambuco*, do professor João de Deus de Oliveira Dias, publicada em 1957 e referenciada na bibliografia deste trabalho.



Os registros de atividades referidos acima representam sessões em que os membros do Clube de Astronomia buscaram, por meio da divulgação e alfabetização científica, levar a astronomia a ambientes externos ao Clube, num processo de negociação social que se externaliza ao mesmo tempo em que se testa o conhecimento produzido.

De fato as atividades e eventos nas escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio são bem relevantes no que diz respeito à socialização do conhecimento astronômico produzido pelos aprendizes do Clube. No entanto há outro tipo de atividade que também pode ser enquadrada nesse grupo: as observações diurnas e noturnas do céu, como a sessão realizada para observação do eclipse solar, que registramos em diário de campo:

A sessão de hoje do Clube tem como objetivo principal a visualização do eclipse solar [...].

Quando cheguei estavam presentes quatro aprendizes (A2, A5, A6 e A8) e o eclipse já era o assunto vigente, pois estavam acompanhando pelo computador como estava acontecendo em outras partes do mundo. [...].

Por volta das 14:40h chegaram os demais componentes, igualmente empolgados. Apenas A7 não compareceu.

Enquanto calibravam o telescópio A4 lembrou que o ponto máximo de observação seria às 17:15h.

À medida que a hora avançava, percebia-se certa inquietação nos presentes. Por volta das 16:30h (horário de início) todos estavam fora da sala e também havia alguns curiosos (alunos do IFPE) que queriam ver o eclipse também. [...].

Os membros do Clube revezavam entre observadores e explicadores aos alunos [convidados]. Todos participavam e contribuíam da maneira que podiam, sempre tentando esclarecer as dúvidas dos estudantes presentes (OBSERVAÇÃO nº 11, 21/08/2017).

A sessão de observação de um eclipse solar acima relatada configura um exemplo de uma atividade de visualização diurna realizada pelos membros do Clube. Com mais frequência são realizadas observações noturnas, como a observação da super Lua que aconteceu em 04/12/2017, que registramos da seguinte maneira:

São 21h em uma noite límpida de domingo e os membros do Clube de Astronomia se preparam para uma sessão de visualização. O Motivo: a maior e mais brilhante super Lua do ano de 2017.

Enquanto ajusta o telescópio o orientador do Clube me explica que essa super Lua é a “maior” dos últimos anos, o que vale o esforço para se reunirem em plena noite de domingo. Explica ainda que durante esse fenômeno da super Lua esta fica à menor distância do planeta Terra, parecendo até 15% mais brilhante e maior.

Estão presentes cinco aprendizes e o orientador do Clube e, diferentemente das outras observações noturnas, por ser uma noite de domingo, não há curiosos ou alunos do Instituto.

A noite está quente e o céu límpido, sem nenhuma nuvem, o que possibilita ótimas condições de visibilidade.

A1 trabalha em um programa de computador para tentar captar algumas fotografias da Lua. Os demais membros presentes se revezam entre observações no telescópio, anotações e comentários entre si.

A4 reclama que o telescópio não está bem ajustado e os colegas começam a discutir sobre melhores calibrações. Tentam algumas mudanças e, finalmente, parecem chegar a um consenso sobre o melhor.

A sessão durou até às 23h, quando começaram a guardar o material e se prontarem para sair (OBSERVAÇÃO nº 22, 04/12/2017).

Se nas atividades de estudo anteriormente descritas, o fator motivação não se fazia muito marcante, nestas atividades externas este é um dos fatores que mais aparecem, e, juntamente, com a cooperação, o dinamismo e autonomia fortalecem as iterações sociais entre os aprendizes.

De fato, os diálogos e as trocas de informações entre os aprendizes são mais intensos do que entre estes e o orientador. Nestes momentos é comum que os aprendizes assumam o comando da situação, o que demonstra uma alteração nas relações entre professor/orientador e alunos/aprendizes há tanto tempo estabelecidas e perpetuadas até os nossos dias pelo invariante cultural sob a forma de um estereótipo socialmente partilhado (FINO, 2009).

### **5.3.2. Resposta à questão 2: Quem são e quais os interesses dos atores envolvidos nas atividades realizadas no Clube?**

Para conhecer como o outro experimenta a vida, faz-se necessário o exercício sensivelmente difícil de sairmos de nós mesmos. Há que nos desdobrarmos, criticarmo-nos, abriremos a certa violação de *habitus* sagrados e solidificados da sociedade do “eu”. Experiência íntima e radicalmente relacional da intercríticidade.

Roberto Sidnei Macedo

O desenvolvimento cognitivo é um processo relacionado às realizações e construções individuais com participação ativa do sujeito, sendo o conhecimento, por conseguinte, o produto resultante das habilidades decorrentes dessas construções (PIAGET, 1977), sendo mais significativas as construções de algo externo e compartilhável (PAPERT, 1990).

Nessa perspectiva, as habilidades inerentes a cada aprendiz, juntamente com situações de interesse e motivação propiciadas pelo ambiente educacional e pelas relações sociais que lá se desenvolvem podem desencadear o processo de construção do conhecimento.

Sendo assim, para entender quem são e quais os interesses dos participantes desta investigação foi preciso buscar conhecer um pouco de seus gostos pessoais, pontos de vista e interesses, pois “[...] a cultura, cenário de onde emerge o outro, não é uma entidade independente daqueles que a representam, ou uma força autônoma que é exercida sobre as mentes dos indivíduos” (MACEDO, 2010, p. 25). Portanto, o entendimento da cultura do contexto investigado passa pelo entendimento das culturas dos seus membros, uma vez que “o ator social não é um idiota cultural” (*Idem*) e

[...] todo ator deve, quando age, pôr necessariamente em obra procedimentos de compreensão e de interpretação pelos quais ele dá, permanentemente, um sentido às atividades ordinários em que se insere. A ação social é uma realização prática, isto é, um produto desse trabalho de interpretação, que deve informar os atores para agir, assegurando a continuidade das relações de troca, que fundam a possibilidade de uma ação (*Ibidem*, p. 54).

O grupo pesquisado é constituído por aprendizes com idades entre 19 e 27 anos, que apresentam interesses distintos, embora o gosto pela astronomia e ciências afins seja comum a todos, como podemos notar em alguns excertos de entrevistas/conversas que tivemos com os membros deste grupo:

Investigador: Há quanto tempo você participa do Clube de Astronomia?

A2: Há um ano e cinco meses.

Investigador: Antes de participar do Clube de Astronomia você já tinha interesse por temas relacionados à astronomia?

A2: Sim, assistindo a alguns filmes eu desenvolvi o interesse, mas [...] não era bem o que queria no começo, aí quando eu entrei no Clube o interesse aumentou.

Investigador: Você acha que depois que está no Clube esse seu interesse aumentou?

A2: Aumento. [Porque o Clube] dá mais espaço para conhecer coisas novas que nunca foi discutido no Ensino Médio. Nem mesmo na Graduação é discutido sobre o tema (ENTREVISTA/CONVERSA COM A2, 22/02/2018).

Investigador: Há quanto tempo tu participas do Clube de Astronomia?

A4: Há um ano e dois meses.

Investigador: Qual foi a tua motivação para participar [do Clube de Astronomia]?

A4: Desde o Ensino Médio que eu gosto de física e astronomia. Quando eu cheguei aqui [no Instituto Federal] e comecei a estudar um pouco de física e soube que havia um Clube de Astronomia com uma proposta legal de estudo. Esse foi o meu maior incentivo (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Investigador: Há quanto tempo você participa do Clube de Astronomia?

A5: Há um ano e meio, mais ou menos.

Investigador: Por que você decidiu participar do Clube?

A5: Por ser outra vertente da física, é bem interessante e todos têm curiosidade, até os leigos gostam muito. Aprofundar-se em um assunto é muito bom e sem contra que não temos essa oportunidade no próprio curso [de Graduação].

Investigador: Antes de participar do Clube você já tinha interesse em assuntos ligados à astronomia?

A5: Tinha interesse, mas como uma pessoa leiga que acha bonitas as fotos astronômicas. Isso me encantava (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Investigador: Há quanto tempo você participa do Clube de Astronomia?

A6: Eu acho que sou um dos membros mais antigos, pois já faz uns cinco anos que aqui estou. Eu tive alguns problemas no começo do curso [de física], coisas pessoais, e tive que deixar um pouco de lado o curso. Um dos motivos para que eu não sáísse definitivamente foi o Clube [...].

Investigador: No caso você diz que o Clube foi um incentivo?

A6: O maior de todos para eu continuar.

Investigador: E no início, quando você decidiu participar do Clube, o que te incentivou a entrar?

A6: O que me incentivou a entrar no Clube primeiramente foi que eu gosto de astronomia e embora não soubesse ao certo como ia ser no Clube só o fato de ter contato com a astronomia já fiquei como olho brilhando.

Investigador: Então antes de participar do Clube você já tinha interesse pelo assunto?

A6: E pelo Clube! Eu já tinha ouvido falar do Clube de Astronomia e do trabalho que era desenvolvido aqui. Foi um dos motivos que me fez entrar no curso [de Licenciatura em Física], de ter me mantido no curso [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM A6, 15/04/2018).

Nestes excertos de entrevistas/conversas faz-se notar o quanto o interesse intrínseco por temas relacionados à astronomia é o ponto de partida para o ingresso no Clube. Mesmo assim, algumas impressões particulares podem ser vistas:

- A2 revelou-se academicamente mais aberto, pois, embora gostasse de astronomia esta não era sua prioridade inicial, o que veio a mudar com a vivência no Clube, visto que este é um dos aprendizes mais ativos e cooperativos nas atividades desenvolvidas neste contexto;
- algo parecido é notado no discurso de A4, que passou de um gosto meio que utópico pelo tema quando estudante do Ensino Médio para uma proposta real e realizável de estudo;
- A5 demonstrou gostar de astronomia por ser uma vertente da física e por sentir as carências deixadas no Ensino Médio e na Graduação em relação a essa área científica. Também deixa transparecer, tal como A2, um amadurecimento cognitivo na área com a convivência no Clube, evoluído nos preceitos do conhecimento científico;

- já para A6 o Clube parece representar algo a mais, uma vez que o Clube foi um dos responsáveis pelo seu manutenção no curso de Graduação em Física. Segundo ele, as dinâmicas vividas no ambiente em questão não só o incentivou a continuar atuando ativamente nas práticas cotidianas deste contexto, como se ramificaram para a sua vida fora do Clube.

De fato, das causas que motivaram a participação no Clube de Astronomia, o interesse por astronomia ou por temas relacionados a essa área ou ciências afins é, sem dúvida, o fator mais citado pelos próprios aprendizes que se expressam sobre o assunto, ou seja, os aprendizes se interessam, primordial e principalmente, por algo que gostam e que lhes traz satisfação pessoal ao fazer.

Um fator que também se mostra significativo em relação à influência pela procura pelo Clube são as divulgações – feitas nas escolas, em eventos sociais, observações do céu, pelos aprendizes atuais, antigos membros, professores ou pelo próprio orientador.

Segundo o orientador do Clube, as primeiras atividades envolvendo astronomia tiveram início em 2004, quando ele e mais dois colegas de trabalho criaram um grupo que se reunia para observação o céu. “Era um momento de *hobby*, de descontração, uma coisa para a gente descontrair. Aí fomos estudando mais, [...], começamos a usar o espaço do Instituto [...]. Foi quando, [em 2010], decidimos [fundar o Clube]” (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Ademais, em se tratando de divulgação, o orientador parece atuar como uma espécie de porta-voz informal, papel que se orgulha a dizer que realiza desde a fundação do Clube, sempre que indagado:

Divulgamos sim e sempre aparecem alguns interessados. É uma ótima oportunidade para divulgar a astronomia e compartilhar um pouco do conhecimento que construímos no aqui no Clube. Isso é a coisa mais importante, porque o conhecimento só tem valor se puder ser compartilhado com outras pessoas (OBSERVAÇÃO nº 06, 22/06/2017).

Estas situações de divulgação das atividades, além de se caracterizarem pelo partilhamento de informações também fomentam o interesse pelo trabalho do Clube, ao ampliar as relações entre membros e não membros, algo bem visível nas dinâmicas compartilhadas com o público externo. Um exemplo disso foi uma sessão de observação noturna do céu que contou com a presença de mais de vinte visitantes, que registramos em diário de campo da seguinte maneira:

Hoje é a primeira sessão noturna do ano [de 2018] e me chamou a atenção à quantidade de curiosos que se encontravam no local: eram em torno de vinte. Dos membros do Clube apenas A6 não estava presente.

A temática da sessão de hoje foi “as descobertas de Galileu”, mais especificamente as Luas Galileanas: Europa, Ganimedes, Io e Calisto, que também são os maiores satélites naturais do planeta Júpiter.

A1 acredita que esta temática foi a responsável pela grande quantidade de visitantes, porque é um assunto que chama atenção. “Todo aluno de que gosta de física, mesmo que não estude astronomia, já ouviu falar das luas de Galileu. E também divulgamos bem essa atividade”, explicou A1.

De início, ali mesmo no campinho de futebol [que foi o local escolhido para observação], o orientador, auxiliado por A1 e A3 organizaram uma roda de conversa com os visitantes sobre as Luas Galileanas, as demais descobertas de Galileu e o telescópio. [...].

Após as conversas, os convidados se revezaram no telescópio, sempre com um ou mais membros do Clube os auxiliando, direcionando e dando explicações adicionais.

Achei muito interessante como a atividade foi desenvolvida, com muito dinamismo e interatividade, partindo da curiosidade e das dúvidas dos presentes. É evidente que uma prática pedagógica dessa natureza facilita a partilha do conhecimento [...].

Entre os participantes percebe-se que alguns foram colocados em contato com informações totalmente novas, enquanto outros confirmaram ou refutaram alguns conceitos preexistentes. [...].

Próximo às 22:00h os convidados começaram a ir embora e os membros do Clube ficaram fazendo algumas observações complementares. [...].

Por volta das 23:00h encerraram as atividades e começaram a guardar os equipamentos. Nessa hora também me retiro, após me despedir dos membros do Clube (OBSERVAÇÃO nº 28, 23/02/2018).

Neste contexto, os interesses que também incentivaram os aprendizes a participar do Clube é a busca de conhecimentos científicos significativos para suas vidas fora do Clube, em especial no que diz respeito ao curso de Graduação em Física, que é comum a todos e no qual, segundo os próprios aprendizes, melhoraram o desempenho após o ingresso no Clube, como expressaram A4 e A7, respectivamente em momentos de conversa:

[...] quando eu entrei [no Curso de Física] ainda passei seis meses no curso para só depois entrar no Clube e, comparando, durante esses seis meses que eu passei sem entrar no Clube foi bem diferente. Depois que eu entrei no Clube eu me senti melhor, porque tanto o orientador nos ajuda como eu estudo com os outros [membros] que já estão mais avançados. Acontece o estudo em grupo. O meu desempenho no curso está sendo melhor depois que eu entrei no Clube (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Tanto os conhecimentos na parte de física que me ajudam muito no curso quanto os conhecimentos na parte de mecânica, já que trabalho com eletrônica e marcenaria, e isso ajuda muito na minha vida [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM A7, 22/04/2018).

Também A2, quando indagado por este pesquisador, sobre quão importantes são as produções desenvolvidas no contexto do Clube de Astronomia para suas vivências externas, expressa a mesma linha de raciocínio, a qual registramos em diário de campo:

No intervalo para o lanche me aproximo e pergunto a A2:

[Investigador] – Estas produções de artigos, projetos e experimentos são úteis para vocês também no curso de graduação ou em outros momentos?

A2 – Com certeza. Lá [no curso de graduação] nós também precisamos produzir só que não dispomos de muito tempo, principalmente para tirarmos dúvidas com os professores. Então estes trabalhos que desenvolvemos aqui nos ajudam no geral, tanto aqui nas produções do Clube, quanto fora daqui, nos nossos cursos e em tudo que precisamos fazer [...].

Pesquisador: - Então é um conhecimento que está sendo útil para vocês?

A2 – Totalmente útil! (OBSERVAÇÃO nº 30, 13/03/2018).

O gosto inerente pela astronomia, o incentivo da divulgação e a busca por novos conhecimentos são o motor impulsionador para que os sujeitos ingressassem neste ambiente educacional e mantenham o entusiasmo por certo período de tempo. No entanto, uma vez tendo adentrado, o Clube precisaria despertar interesses mais específicos para que os aprendizes continuem o dinamismo observado nas atividades cotidianas.

Partindo desta constatação, voltamo-nos aos indicadores emergentes da análise dos dados na busca por aqueles que poderiam estar a despertar e manter ativos estes interesses nos aprendizes. Sendo assim, apesar da heterogeneidade de um contexto desta natureza, para o qual cada participante traz consigo seus valores, atitudes, crenças e hábitos provenientes da realidade cultural em que se desenvolveu, percebemos que no Clube essa diversidade cultural se soma em prol da aprendizagem, atuando como um dos elementos mantenedores do interesse dos aprendizes pelas dinâmicas que acontecem no contexto da investigação.

Essa valorização da cultura individual de cada aprendiz, girando em torno do trabalho em equipe não hierarquizado e coparticipativo, onde “[...] o pensar do educador somente ganha autenticidade no pensar dos educandos, mediados ambos pela realidade [...], [e onde] o pensar daquele não pode ser um pensar para estes nem a estes impostos” (FREIRE, 1987, p. 64), favorece a existência de contextos que busquem a aprendizagem em detrimento de contextos baseados no ensino.

Como foi dito no início deste tópico que o entendimento da cultura de um ambiente educacional passa, necessariamente, pelo entendimento da cultura de cada um de seus membros (MACEDO, 2010), uma vez que os elementos dessas culturas projetar-se-ão no grupo, repercutindo nas práticas cotidianas.

“Na realidade, a cultura é um conjunto de interpretações que as pessoas compartilham e que, ao mesmo tempo, fornece os meios e as condições para que essas interpretações aconteçam” (MACEDO, 2010, p. 25), ainda porque o sujeito faz uso desses meios para construir e reconstruir suas estruturas sociais e cognitivas, a partir de conceitos atribuídos ao mundo a sua volta, permitindo, com isso, que avance no entendimento de situações cada vez mais complexas (VYGOTSKY, 2007).

Segundo Freire (1987), a realidade cultural vivida fora do ambiente educacional e o processo de transformação individual pelo qual passa cada indivíduo têm papel fundamental na construção de situações de aprendizagem que se mostrem transformadora, quer do próprio indivíduo quer da sociedade da qual este faz parte.

Outro aspecto importante verificado no que diz respeito aos interesses dos membros pelo Clube e suas vivência são as interações sociais presentes e a maneira como elas se desenvolvem neste contexto. Já mencionamos em outros momentos deste trabalho que as interações sociais observadas no ambiente do Clube de Astronomia e que se desenvolvem, em sua maioria, entre os aprendizes e entre estes e o orientador, são baseadas na troca mútua de saberes, favorecendo as discussões e a cooperação nas atividades, visto que no Clube “[...] cada um explica, cada um conversa, o que acaba gerando debates, que é, no nosso entendimento, o que faz progredir [...]” (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Além disso, ainda há as interações dos membros com pessoas de fora do Clube, o que sempre gera incentivos e interesses por parte dos aprendizes, uma vez que, paralelamente estão a cursar uma licenciatura e a se preparar para um acarreia no magistério. Dessas atividades que envolvem indivíduos não participantes uma que nos chamou atenção foi uma sessão em que receberam a visita de um ex-membro.

Notas de observação desse dia:

Cheguei no horário habitual, às 14:00h, na sala do Clube e, diferentemente do normal, todos os integrantes já se encontravam na sala. Logo entendi o motivo: algumas vezes eles recebem a visita de um ex-membro que agora é professor em outra cidade [...].

Quando esse ex-membro vem a Pesqueira sempre tira uma manhã ou tarde para interagir com os aprendizes do Clube de Astronomia Vega. [...]

Aproveitei a pausa para o intervalo e me aproximei do visitante [...]. Então perguntei:

- Você sempre visita o Clube?



- Sempre que posso. Eu participei aqui por três anos e depois me mudei para o sertão e comecei a lecionar no IFPE *Campus Serra Talhada*. Sinto saudade daqui.

- Por que você sente saudade?

- O clima aqui no Clube é ótimo. Todos fazem as atividades porque gostam e não por obrigação. Então, quando eu tenho uma folguinha venho visitá-los e contribuir um pouco. [...] É um prazer ajudar.

Nesse momento, A1 se aproximou e entrou na conversa:

- Nós gostamos quando ele aparece. Hoje mesmo estávamos super enrolados com alguns assuntos e ele está nos ajudando. Nas últimas semanas ficamos sobrecarregados na execução dos projetos práticos e visitas às escolas e a teoria tem ficado um pouco em segundo plano, mas teoria e cálculo também são importantes (OBSERVAÇÃO nº 10, 15/08/2017).

A interação com um ex-membro, aparentemente bem sucedido profissionalmente, parece despertar uma motivação extra nos aprendizes, dada as suas expectativas para o futuro.

Nesse cenário, se por um lado corre-se o risco de que os aprendizes podem estar a buscar modelos vividos por outros para que possam replicar, por outro lado é verdade que há uma partilha de saberes enriquecida com experiências trazidas de fora desse contexto e que confere novo viés sobre as práticas pedagógicas. Nesse sentido, seja por procurarem alguém em quem se espelhar ou pela troca de experiências verificada, este tipo de vivência mostrou ter sua importância para o desenvolvimento do interesse dos aprendizes pelas práticas cotidianas do Clube de Astronomia.

### **5.3.3. Resposta à questão 3: Diante das práticas pedagógicas desenvolvidas no Clube de Astronomia, como se dá a construção do conhecimento?**

*Knowledge is often constructed when the learner interacts with the teacher (or a more capable member), peers, or artifacts embodying voices of others, creating jointly with them the context for interaction.*<sup>173</sup>

Giyoo Hatano

---

<sup>173</sup> O conhecimento é frequentemente construído quando o aluno interage com o professor (ou um membro mais capaz), pares ou artefatos que incorporam vozes dos outros, criando conjuntamente com eles o contexto de interação. (Tradução nossa).

Ao procuramos entender como acontece a construção do conhecimento no contexto investigado levamos em consideração ser este processo consequência de construções individuais que se articulam por meio das interações com seus pares (aprendizes e orientador) durante as atividades desenvolvidas neste ambiente.

Cabe lembrar que, para este contexto, cada participante traz consigo uma multiplicidade de experiências de vida, conceitos próprios adquiridos ao longo de sua escolaridade, diferentes maneiras de lidar e resolver problemas, bem como seus anseios, perspectivas e frustrações pessoais, que vão atuar ativamente nesse processo.

Em se tratando das atividades mencionadas durante este estudo, os aprendizes sempre trabalharam em grupos ou, ou com mais frequência, em pares. Não raramente há soluções para algum problema, mesmo sendo específico de uma determinada dupla, que passa por todos os presentes no ambiente. Esse “trabalho em conjunto” faz-se notar em alguns excertos de entrevistas/conversas que tivemos com os participantes:

Investigador: Esses projetos e essas atividades vocês os desenvolvem mais individualmente ou mais em grupo?

A3: No Clube geralmente nos dividimos em duplas [...].

Investigador: Você acha que o trabalho em dupla é mais produtivo?

A3: É bem mais produtivo, porque enquanto um está fazendo uma coisa, o outro já está fazendo outra coisa e podemos trocar ideias [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

Investigador: Esses projetos que vocês desenvolvem, essas atividades, vocês trabalham mais individualmente ou mais de forma coletiva?

A5: Os projetos e os artigos trabalhamos em duplas e sempre tem essa cooperação. Os outros [colegas] também ajudam (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

Investigador: Nesses projetos e estudos que vocês desenvolvem aqui, vocês trabalham mais sozinhos ou mais em equipes ou duplas?

A7: Nós costumamos trabalhar em duplas.

Investigador: Essa questão da ajuda, da cooperação foi uma das coisas que eu notei que realmente existe no dia-a-dia de vocês. Até onde que essa ajuda mútua, essa cooperação é importante no desenvolvimento dos trabalhos?

A7: Bem, nessa questão de ajuda eu acho importante. Eu vejo em outros grupos de pesquisa que tem aqui no Instituto que as pessoas não se comunicam muito. É como se fosse uma competição, um querendo prejudicar o outro. Aqui no Clube não, essa união que nós temos é um dos motivadores para a gente continuar. Quando um está precisando de ajuda o outro vai lá e ajuda sem nenhum problema, sem senso de competição, sempre o individual ajudando o grupo para todos crescerem juntos (ENTREVISTA/CONVERSA COM A7, 22/04/2018).

Também em conversas com o orientador do Clube este expressa este espírito de trabalho cooperativo e compartilhado:

[...] a gente não utiliza os métodos comuns de sala de aula, onde fica os alunos prestando atenção e um professor explicando. Geralmente fazemos tudo com base em discussões coletivas. [Os aprendizes] pegam o material, estudam, vêm e começamos a discutir. Há resolução de questões [problemas] onde cada um dá sua opinião [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Você pode ver [disse o orientador dirigindo-se a mim] que aqui todos têm voz. A maioria das decisões são tomadas por eles próprios. [...] sempre conversam entre si sobre os temas de estudo e, na maioria das vezes, tiram dúvidas uns com os outros. Às vezes, e somente às vezes, perguntam-me algo. Eu acho que se eu não estivesse aqui todos os projetos do Clube seriam concluídos da mesma maneira (OBSERVAÇÃO nº 02, 16/05/2017).

Este modelo de interações no qual o conhecimento é construído por meio de um conjunto de ações que são internalizadas e transformadas progressivamente como resultado de um processo social, histórico e dialético, no qual o indivíduo é autor e ator ativo de suas próprias construções com ênfase nos processos cognitivos e estruturais do conhecimento encontra respaldo tanto nas ideias sócio-culturais de Vygotsky (2007) quanto no pensamento construcionista de Papert (1994).

De fato, autores como Resnick (1987), Hatano (1993; 1996), Cole e Wertsch (1996) e Fino (2004) defendem uma compatibilidade entre a teoria sócio-cultural de Vygotsky e o construtivismo/construcionismo de Papert. Partindo do princípio de que os aprendizes são construtores do próprio conhecimento, a partir de situações sócio-culturais, Hatano (1993), propõe quatro assunções implícitas que confluíam a uma visão vygotskyana construtivista, a saber:

*1. **Learners are active.** It is part of the Zeitgeist<sup>174</sup> of contemporary cognitive psychology that humans are active agents of information processing and action. Humans often explore tasks beyond the demands or requirements of problem solving, and environments that do not permit active exploration are viewed as unpleasant. It has also been found in developmental and educational studies that humans, from infancy to old age, enjoy taking initiatives and choosing from among alternatives. [...].*

*2. **Learners almost always seek and often achieve understanding.** That people try to find meaning and understanding is a corollary of assumption. [...]. It is well known from experimental studies that people generate an enriched representation of the presented information and try to interpret a given set of information coherently. People not only try, but also often succeed, in achieving understanding. In other words, they are competent as well as active. [...].*

*3. **Learners' construction of knowledge is facilitated by horizontal as well as vertical interactions.** Contributions of horizontal interaction to knowledge acquisition can be substantial, as during peer interaction. [...].*

---

<sup>174</sup> *Zeitgeist* é um termo de origem alemã que literalmente significa “espírito da época”. Na psicologia é utilizado para explicar o surgimento de um fato em determinado clima cultural e intelectual presente no momento do seu desenvolvimento (SCHULTZ & SCHULTZ, 2009).

*4. Availability of multiple sources of information enhances knowledge construction. As understanding is to find coherence among pieces of information, and the construction of conceptual knowledge is often based on understanding, availability of multiple sources of information is expected to enhance the construction. It is especially beneficial for learners to have external sources of information other than the teacher because too much reliance on the authorized answer given by the teacher reduces students' motivation to understand and construct knowledge of their own. Among others, confirmation or disconfirmation of predictions by direct observation or consulting a reference book serves to enhance learning*<sup>175</sup> (HATANO, 1993, pp. 156-157, destaques do autor).

Da análise das interações que se desenvolvem no Clube de Astronomia – aprendiz/aprendiz e aprendiz/orientador – e que foram observadas no transcorrer desta investigação veem-se algumas semelhanças entre os pressupostos acima enunciados e a maneira como o conhecimento é produzido nesse contexto, como especificamos na sequência:

a) Nas vivências do Clube, os aprendizes, em geral, se mostram bem ativos durante a realização das atividades. Se, como diz Hatano (*Op. cit.*), um ambiente que não permite exploração ativa de experiências torna-se desagradável e tendo em vista a motivação e o interesse observado nos aprendizes nesse ambiente em particular, leva-nos a considerar o Clube de Astronomia como sendo um ambiente atrativo. Ademais, neste ambiente respeita-se a tendência natural do ser humano em tomar a iniciativa e ter diferentes alternativas para escolha, uma vez que nas dinâmicas observadas os aprendizes demonstram ter um grau elevado de autonomia, como registrado nas palavras do orientador:

---

<sup>175</sup> 1. Os alunos são ativos. Faz parte do *Zeitgeist* da psicologia cognitiva contemporânea a concepção de que os humanos são agentes ativos de processamento de ações e informações. Os seres humanos muitas vezes exploram tarefas além das demandas ou requisitos de resolução de problemas, e ambientes que não permitem exploração ativa são vistos como desagradáveis. Também foi encontrado em estudos sobre desenvolvimento e educação que pessoas, desde a infância até a velhice, gostam de tomar iniciativas e escolher entre várias alternativas [...]. 2. Os aprendizes quase sempre procuram e frequentemente conseguem entender. Que as pessoas tentem encontrar o significado e a compreensão é um resultado da suposição. [...] É bem conhecido, a partir de estudos experimentais, que as pessoas geram uma representação da informação apresentada e tentam interpretar um dado conjunto de informações de forma coerente. As pessoas não apenas tentam como também conseguem alcançar a compreensão. Em outras palavras, eles são competentes e ativos. [...]. 3. A construção do conhecimento dos aprendizes é facilitada por interações horizontais e verticais. As contribuições da interação horizontal para aquisição de conhecimento podem ser substanciais, como durante a interação entre pares. [...]. 4. A disponibilidade de múltiplas fontes de informação aumenta a construção do conhecimento. Como a compreensão é encontrar a coerência entre as informações, e a construção do conhecimento conceitual é muitas vezes baseada na compreensão, espera-se que a disponibilidade de múltiplas fontes de informação melhore a construção. É especialmente benéfico para os alunos terem fontes externas de informação que não o professor porque muito da confiança na resposta dada pelo professor reduz a motivação para entender e construir conhecimento próprio. Entre outras coisas, confirmação ou contestação de previsões por observação direta ou consulta um livro de referência serve para melhorar a aprendizagem. (Tradução nossa).

Há uma autonomia muito grande. [...] Todos acabam fornecendo subsídios para as atividades, todos acabam participando de forma igual. Não há hierarquias, o que existe dentro da estrutura são algumas responsabilidades, cada um tem uma função dentro do Clube. [...] vai mudando de função dentro do Clube para poder ter outras responsabilidades. Essas responsabilidades são para poder gerenciar, para não ficarem todos em uma coisa só. Então, acabamos distribuídos tarefas como: você vai ficar responsável por contatar as escolas, você vai ficar responsável por divulgar o material, etc. (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Faz-se relevante destacar ainda que além da autonomia na tomada de decisões por parte dos aprendizes a grande maioria dos projetos e estudos por eles desenvolvidos são multi ou interdisciplinares, pois no Clube geralmente “[...] não se trabalha somente em uma área, desenvolvemos todo tipo de pesquisas: de programação, eletrônica, desenho e também escrita [científica]” (ENTREVISTA/CONVERSA COM A2, 22/02/2018).

Inicialmente nós desenvolvíamos estudos em astronomia e puxava um pouco para astrofísica. Quando o nosso conhecimento foi evoluindo começamos a fazer projetos voltados à física e à astronomia. Esses projetos envolvem conhecimentos de eletrônica, programação, entre outros conhecimentos, tanto de física quanto de astronomia (ENTREVISTA/CONVERSA COM A7, 22/04/2018).

Em suma, embora as atividades cotidianas no Clube de Astronomia Vega tenham certo grau de planejamento prévio, as próprias dinâmicas do ambiente permitem a flexibilização desse “planejamento”, na medida em que os aprendizes dispõem de autonomia suficiente para tomarem decisões que podem vir a manter, fazer alterações parciais ou até mudar totalmente o que fora planejado.

b) Sendo os aprendizes sujeitos ativos estes também tendem a serem competentes no que diz respeito à compreensão. Essa compreensão própria, geralmente reforçada por conhecimentos prévios, pode ser a base para a construção de um conhecimento que vai além das informações que o professor/orientador lhes oferece. De fato, nas atividades que observamos no Clube de Astronomia notamos competência dos aprendizes na compreensão das informações o que, por consequência, encaminha à formação de opiniões próprias e os tornam bons solucionadores de problemas, o que encontra eco nas palavras de que Fino (2004), citando Hatano (1996):

- O conhecimento é específico e, para a resolução de problemas, cada indivíduo apenas necessita de ter acesso ao conhecimento relevante. No entanto, o que se adquire num determinado domínio pode ser transferido para outro (por analogia, por exemplo), ou generalizado para uma variedade de domínios (através de um processo de abstração).
- A aquisição de conhecimento é um fenômeno “situado”. Reflete o modo como foi adquirido e a maneira como tem sido utilizado. Assim, está longe

de consistir apenas em regaras, leis, ou fórmulas abstractas, sendo também composto de experiências pessoais. Mas quando um aprendiz se converte em especialista, sobretudo em campos de índole marcadamente abstractas (como, por exemplo, a matemática e a física), essa conversão pode constituir um fenómeno de “des-situação” de conhecimento, que passa a ser menos dependente de laços contextuais e menos ligado às características superficiais (FINO, 2004, p. 5, destaques do autor).

c) No que pudemos constatar das observações e análise dos dados, no ambiente investigado a construção do conhecimento é facilitada pelas interações verticais – com um dos membros sendo mais maduro (que pode ser o orientador ou um colega mais apto) – e pelas interações horizontais – com membros em igualdade de aptidão –, com maiores facilidade de aprendizagem real quando da ocorrência da segunda possibilidade, o que se explica pelo fato de que nas interações verticais o participante mais apto pode não se sentir motivado para construir conhecimento ou não se mostrar claramente comunicável. Nas interações horizontais, por outro lado, um aprendiz pode escolher uma informação que lhe seja útil de outros participantes que tenham a mesma capacidade de que ele. Assim, um aprendiz pode construir a sua compreensão sobre uma ideia apresentada por outro através de diálogo, além de que podem tentar negociar e co-construir ideias integradas em atividades conjuntas por meio da cooperação entre os pares.

No tocante à cooperação, em um momento dedicado ao estudo pelos aprendizes do Clube, registramos em nosso diário de campo:

Se por um lado se nota um pouco de agitação em alguns aprendizes, principalmente em A5, quando não conseguem entender os assuntos que estão a estudar, por outro, percebe-se que ficam mais tranquilos quando auxiliados por seus colegas ou pelo orientador, o que deixa bem evidente a importância da cooperação para o desenvolvimento da aprendizagem (OBSERVAÇÃO nº 23, 12/12/2017).

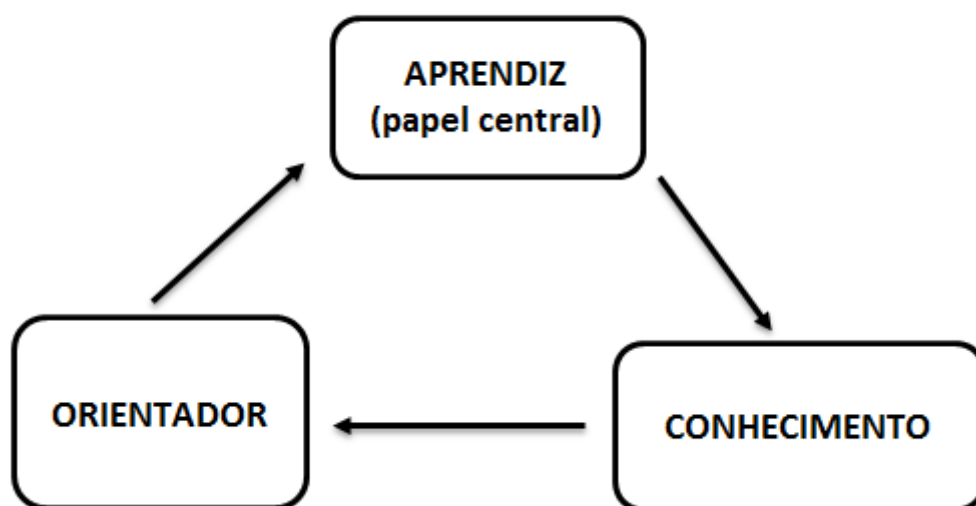
No cenário referente às interações verticais com o professor/orientador ou um colega mais apto, é papel do orientador (ou colega mais maduro) assegurar aos aprendizes um ambiente com recursos suficientes para que possam alcançar por si mesmos e sem auxílio, níveis mais elevados de conhecimento (VYGOTSKY, 2007). Para facilitar que isso aconteça, o professor/orientador deve mostrar-se aberto em aceitar opiniões e pontos de vista que diverjam do seu e conceder liberdade para que os aprendizes possam refletir (ou até contestar) sobre o conhecimento cientificamente aceito, comparando-o com o conhecimento por eles construído. Essa compreensão, ao propiciar um conflito

cognitivo, atua como mola estruturadora de ideias, potencializando a compressão e a capacidade crítica de análise.

Nesta perspectiva, a construção do conhecimento configura-se como uma atividade conjunta, baseada em troca de experiências entre pares, onde cada membro respeita a opinião do outro, uma vez que

*[...] to argue that knowledge is individually constructed is not to ignore the role of other people in the process of construction. Similarly, emphasizing the role played by interactions with peers and artifacts in students' construction of knowledge does not mean that guidance by the teacher is not critical*<sup>176</sup> (HATANO, 1993, p. 163).

De fato, uma vez que considerarmos o processo de construção do conhecimento como uma atividade conjunta não podemos deixar de lado o papel do professor/orientador. Recomenda-se que o professor/orientador assuma um papel de par mais experiente, ajudando os aprendizes nas discussões e dando exemplos que estimulem a cognição. No entanto, nesse processo, o protagonismo deve estar sempre com o aprendiz, de forma como mostrado no esquema abaixo:



**FIGURA 6:** Relação aprendiz-orientador-conhecimento

<sup>176</sup> [...] argumentar que o conhecimento é construído individualmente não é ignorar o papel de outras pessoas no processo de construção. Da mesma forma, enfatizar o papel desempenhado pelas interações com colegas e artefatos na construção do conhecimento pelos estudantes não significa que a orientação do professor não seja crucial. (Tradução nossa).

Assim, considerando que a construção o conhecimento é de responsabilidade do aprendiz, ao professor/orientador cabe guiá-lo para que possam relacionar suas experiências prévias às situações de aprendizagem emergentes, ajudando-os naquilo que não conseguem resolver de forma independente, ou seja, intervindo na ZDP do aprendiz (VYGOTSKY, 2007) frente às necessidades.

d) Outro fator que tende a potencializar a construção do conhecimento e que também constatamos a ocorrência no contexto desta investigação diz respeito ao uso de múltiplas fontes de informação. Durante a realização das atividades do Clube de Astronomia, em especial nos momentos dedicados à realização dos projetos de pesquisa, os aprendizes sempre fazem uso de mais de uma fonte de informação, como livros de referência, *internet*, observações diretas de fenômenos, conversas com pessoas externas ao Clube, não ficando bitolados às informações do orientador.

Não depender exclusivamente das informações do orientador não significa que este não tenha importância no processo de construção do conhecimento, pelo contrário, essa maneira de interagir mostra-se benéfica para ambos as partes: para os aprendizes que desenvolvem autonomia e liberdade suficientes para assumirem as rédeas do processo e para o próprio orientador que tem a oportunidade de potencializar a aprendizagem, agindo como guia e atuando quando necessário. Nas nossas observações fizemos registros a esse respeito:

A sessão de hoje é para continuação à produção dos artigos. A dupla A1-A5 já está com os trabalhos visivelmente adiantados, pois foram os primeiros a iniciarem as atividades.

A4-A8, se por um lado estão começando novamente após mudarem de temática, por outro essa mudança lhes deu um entusiasmo extra e demonstram bem mais vontade em produzir do que antes.

A1 pede ajuda ao orientador em relação à formatação do texto e normas metodológicas. Este atende prontamente, mostrando no computador alguns exemplos. Esta explicação atrai os demais membros, que, se aproximam para também ouvirem.

- Eu tenho a maior dificuldade em fazer essa escrita científica, com todas essas normas e regras, expressou A8.

- Vai melhorando com a prática, respondeu o orientador, que vendo o interesse de todos estendeu a explicação.

- Poderíamos ver uma tarde para estudarmos isso melhor, disse A2. Todos temos dificuldade ainda.

- Podemos fazer isso no próximo encontro, completou A1.

O orientador concordou e ficou de preparar um material sobre metodologia científica para o próximo encontro.

- Então hoje continuamos pesquisando, juntando as informações e fazendo anotações, disse A2 (OBSERVAÇÃO nº 29, 27/02/2018).



A situação relatada no trecho de diário de campo acima expõe uma das características bem presentes nas atividades durante o período que este pesquisador as acompanhou: o diálogo. De fato, as atividades do Clube geralmente enriquecidas com discussões – por vezes acaloradas – e conversas, o que, juntamente com a valorização dos conceitos prévios trazidos pelos aprendizes para o ambiente educacional, aponta para uma educação dialógica (FREIRE, 1996).

Isto posto, e considerando os fatores até aqui abordados, sintetizamos em alguns pontos as principais características referentes à maneira como se dá a construção do conhecimento no Clube de Astronomia Vega:

- os conceitos prévios dos aprendizes são respeitados e têm relevância no processo de construção do conhecimento;
- na maioria das situações o orientador assume a função de guia no processo em que os aprendizes constroem seu próprio conhecimento;
- os aprendizes apresentam um elevado grau de autonomia;
- os aprendizes são cooperativos entre si durante a realização das atividades;
- trabalhos práticos e externalizados ajudam na construção do conhecimento ao promover a integração social, onde o conhecimento é negociado e testado;
- as atividades são desenvolvidas de forma dialógica;
- a responsabilidade final como a construção do conhecimento é dos próprios aprendizes;
- a construção do conhecimento é facilitada e fomentada pela consulta a várias fontes de informação;
- o processo de construção do conhecimento é favorecido pelas interações entre pares (verticais e horizontais).

Assim, frente às concepções supracitadas e considerando as experiências vivenciadas por este pesquisador no contexto específico desta investigação, no qual a resolução dos problemas ocorrentes gira em torno de inter-relações dialógicas, colaborativas, autônomas e com partilha de informações, acreditamos ser este um ambiente de construção significativa de conhecimento pelos sujeitos que dele fazem parte.

#### 5.3.4. Resposta à questão 4: Como é que diferentes configurações entre orientador e aprendizes perspectivam uma ruptura paradigmática?

As escolas deveriam se envolver no negócio do trabalho sobre o conhecimento (*knowledge-work*) e que os seus estudantes deveriam ser concebidos como trabalhadores deste conhecimento, [...] [devido à] necessidade de novas competências e qualidades na sociedade pós-industrial, bem como de novas estruturas escolares que sejam capazes de a gerir. Claramente, a educação dos jovens em competências e qualidades como a adaptabilidade, a responsabilidade, a flexibilidade e a capacidade de trabalhar com os outros é um objetivo importante para as escolas e para os professores na sociedade pós-industrial.

Andy Hargreaves

Anteriormente neste estudo já foi referido que as interações entre orientador e aprendizes no contexto do Clube de Astronomia são articuladas de modo que difere daquelas comumente observadas na escola tradicional<sup>177</sup>. A partir dessa premissa buscamos elencar, junto aos indicadores emergentes da análise dos dados, argumentos suficientes que levem a entender até que ponto estas posturas pedagógicas não tradicionais desenvolvidas entre os sujeitos desta pesquisa estão a causar uma mudança paradigmática em relação aos velhos sistemas escolares modernos.

De acordo com Kuhn (1996) uma mudança de paradigma passa por uma crise no paradigma antigo. Tomando como ponto de partida a crise que visivelmente atravessa o paradigma fabril de educação

[...] cuja vivência entrou em colapso a partir do momento em que a sociedade industrial começou a dar lugar a uma nova organização económica e social cujos contornos ainda não estão completamente definidos, se bem que parece já evidente a prevalência da informação e do conhecimento sobre as indústrias tradicionais. Estamos, portanto, a atravessar um estado de crise, que convida à reflexão e à acção (SOUSA & FINO, 2001, p. 378),

o que nos leva a afirmar que esse modelo de sistema educacional moderno há muito tem ultrapassado o seu período de utilidade. Para que possamos refletir com mais clareza

---

<sup>177</sup> Neste contexto, o termo “escola tradicional” refere-se ao sistema de educação em massa criado na época da Revolução Industrial para preparar os estudantes à realidade das fábricas, inculcando nestes valores necessários à sociedade industrial, transformando a escola emergente em um ambiente preparatório para o mundo fabril (TOFFLER, 1973).

sobre essa situação, Fino (2011) propõe tópicos que podem ser tomados como indicativos da crise paradigmática do modelo de escola industrial:

- As escolas já não preparam para a vida como antes preparavam.
- A cada dia que passa, a escola vai tendo menos que ver com o mundo que a rodeia atualmente, e mais com o mundo que a rodeou, no passado.
- As escolas tornaram-se num lugar onde muitos dos alunos aguardam não se sabe bem o quê.
- Escasseiam recursos nas escolas, nomeadamente tempo para reflexão e tecnologias atualizadas.
- Supõe-se que os professores devem fazer o máximo com o mínimo, não havendo, pelos vistos, limite para o mínimo.
- Os professores esforçam-se por ensinar, independentemente da vontade de aprender dos alunos.
- Aprender não é, nem nunca foi, uma consequência direta de se ser ensinado.
- Os alunos de hoje, finda a escolaridade, não terão um, mas vários empregos ao longo da vida, alguns dos quais para lá de qualquer conjectura que possamos tentar fazer no presente.
- Os professores não deviam ser educados tendo como referência uma escola imutável, concebida para durar eternamente (FINO, 2011, pp. 48-49).

Bem, detectar a crise pela qual passa o velho e ultrapassado modelo de escola não parece ser uma tarefa muito complicada. Mas como romper com um paradigma tão estereotipado na sociedade e na mente das pessoas? Nesse sentido, acreditamos que uma mudança de paradigma precisa passar pelo rompimento das características que adequavam os ambientes educativos à sociedade industrial<sup>178</sup> e que não mais se adequam aos valores pós-modernos. Nessa perspectiva, “torna-se relevante tratar de quebra de paradigmas por se inserirem os conceitos avaliados em um contexto de ruptura, de descontinuidade de padrões eleitos e partilhados por uma comunidade” (ALMADA & SOUSA, 2017, p. 1721), ainda porque nesses tempos de pós-modernidade

os alunos mudaram; os mecanismos tradicionais de impor a ordem como autoridade não servem; a informação não tem o ensino como agente exclusivo nem privilegiado para sua transmissão; o conhecimento pode ser mais atrativo fora das aulas do que nelas; as escolas nem sempre são lugares acolhedores; as novas tecnologias se implantam mais rapidamente fora do mundo escolar; as famílias podem contribuir com cada vez mais estímulos e meios para a educação dos filhos; as manifestações de marginalização se tornam cada vez mais agressivas (SACRISTÁN, 2008, p. 171).

E nessa atmosfera de mudança a educação precisa focar na formação de

---

<sup>178</sup> Segundo Toffler (1973) a escola de massa foi criada para adequar as pessoas, especialmente as crianças, ao modelo de sociedade emergente da Revolução Industrial. Para isso, este modelo fora estruturado de forma a reproduzir, em seu interior, alguns valores – a regimentação, a falta de individualização, os sistemas de locação, as escalas de valores, a obediência a uma autoridade superior, personificada na pessoa do professor – essenciais para a afirmação do industrialismo.

[...] indivíduos capazes de criar e de trazer progresso à sociedade do amanhã. É claro que uma educação verdadeira – que se deverá orientar para uma redução geral das barreiras – é superior a uma educação consciente apenas em moldar os assuntos do querer pelo que já está estabelecido e os do saber pelas verdades simplesmente aceitas (PIAGET, 1910, p. 35).

No que se refere ao ambiente no qual se desenvolveu este estudo, cabe destacar que se trata de um ambiente não formal de educação que tem como foco a educação em astronomia, que traz, por sua vez, já consigo uma relação historicamente construída de superação de barreiras e ruptura de paradigmas. Como não lembrar a Revolução Copernicana<sup>179</sup> iniciada por Nicolau Copérnico no século XVI e consolidada posteriormente por Johannes Kepler, Galileu Galilei e Issac Newton, que abalou as verdades até então estabelecidas sobre as dinâmicas do Universo, causando o rompimento de um velho paradigma geocêntrico e implantação de um novo paradigma: o heliocentrismo. Como não lembrar também do surgimento, em finais do século XIX e início do século XX, da Cosmologia Relativista<sup>180</sup>. Esta teoria, resultante do trabalho dos cientistas Hendrik Lorentz, Henri Poincaré e Albert Einstein, causou uma revolução nas leis newtonianas, assim como estas tinham rompido com o paradigma aristotélico-ptolomaico. Este

[...] paradigma de ciência [...] que se tornou fato marcante no século XX, em especial com o desmoronamento da proposição newtoniana-cartesiana – a tradicional visão cartesiana, que acompanhou todas as áreas do conhecimento no século XIX e grande parte do século XX, não dá mais conta das exigências da comunidade científica [...]. A era das relações exige conexão, inter-relacionamentos, interconexão, visão de rede, de sistemas integrados. Em suma, trata-se de reaproximar o conhecimento que foi fragmentado em partes e reassumir o todo. A visão de superar não é fazer desaparecer, mas progredir na reaproximação do todo (BEHRENS, 2003, p. 68).

Seguindo esta linha evolutiva, já ouvimos falar com certa naturalidade, desde os primeiros anos do século XXI, em teorias de buracos negros, descobertas de centenas de exoplanetas – com possíveis condições de habitabilidade –, os mistérios da matéria escura, a comprovação da existência do Bóson de Higgs e da teoria do Universo expansionário, o que nos leva a considerar que um novo paradigma astronômico esteja a caminho.

---

<sup>179</sup> Para mais informações sobre a Revolução Copernicana, sua aceitação, difusão, consolidação e expansão cf. Capítulo 1, Tópicos 1.5, 1.6, 1.7 e 1.8.

<sup>180</sup> A respeito da Cosmologia Relativista cf. Capítulo 1, Tópico 1.9.

Bem, se por lado não há dúvida quanto ao caráter revolucionário e inovador da ciência astronômica, por outro lado nos perguntamos como uma característica tão comum a essa área não se ver com tanta frequência na educação em astronomia?

A resposta a esta pergunta nos remete à criação da escola pública de massa<sup>181</sup> criada para atender aos interesses da sociedade industrial, preparando os futuros trabalhadores para o trabalho nas fábricas. Com isso, o conhecimento foi sendo selecionado não por importância, mas por praticidade, e a astronomia por não despertar interesses práticos para as fábricas de manufaturas perdeu espaço no sistema educacional emergente, quando muito sendo integrada à outra ciência ou, na maioria das vezes, simplesmente sendo relegada ao esquecimento.

Diante dessa realidade, a educação em astronomia buscou sobrevivência em ambientes não formais de educação, como observatórios astronômicos, planetários e clubes de astronomia amadores<sup>182</sup>. Esse cenário só começou a mudar a partir da década de 1950 em consequência da corrida espacial realizada entre Estados Unidos e União Soviética, quando a astronomia voltou a ter alguma visibilidade para o público leigo. No Brasil, esse despertar só chegou em finais do século XX com a criação da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), dos PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e dos PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais).

Trazendo essas considerações ao contexto particular desta investigação e confrontando-as com os indicadores emergentes da análise dos dados podemos encontrar alguns indícios de mudança, principalmente no que compete às interações sociais entre os membros e à organização do espaço físico. A esse respeito disse o orientador em entrevista/conversa:

Investigador: Realmente eu tenho notado que não é uma configuração como uma sala de aula “normal” que vocês utilizam, até a organização do espaço físico é diferente. Essa configuração diferente e a relação de vocês, você como orientador e os membros [aprendizes] entre eles, facilita o trabalho de construção do conhecimento?

---

<sup>181</sup> O modelo de escola, estruturada da maneira que a conhecemos, tem sua origem nas ideias iluministas do Marquês de Condorcet em finais do século XVIII, começando a existir, na prática, no início do século XIX na França pós-revolucionária, e sendo, posteriormente, utilizada como instrumento de adequação social pela sociedade emergente da Revolução Industrial (CUBBERLEY, 2010).

<sup>182</sup> Cf. Capítulo 2, tópico 2.5.4.

O: Eu acho que funciona demais, funciona muito bem. Geralmente na sala de aula [tradicional] a gente como professor tem pouco interesse no que o aluno tem a dizer, na forma como os alunos estão construindo o conhecimento, e nessa configuração é muito mais fácil para eles expor suas ideias e a gente, enquanto orientador, também ver a nossa prática para poder reequilibrar ou ajustar as coisas (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Analogamente ao expressado pelo orientador no excerto de conversa acima reproduzido, também escrevemos em nosso diário de campo:

A cada atividade que presencio no Clube percebo um pouco mais que os trabalhos aqui desenvolvidos não acontecem de forma tradicional e com a mesma rigidez de uma sala de aula convencional. Outra diferença muito marcante que aqui se percebe é a preocupação [dos membros] com a socialização do conhecimento, a divulgação e a alfabetização científica, algo não tão comum de se ver na sala de aula tradicional, pelo menos nessa dimensão (OBSERVAÇÃO nº 09, 01/08/2017).

Decerto, este posicionamento não hierarquizado nas interações orientador/aprendizes concede ao Clube de Astronomia Vega um ar de distinção quando comparado com as salas de aula vistas na escola tradicional, na medida em que a presença de uma autoridade superior, simbolizada pela pessoa do professor, é uma das características mais fortes do paradigma fabril de educação.

Algumas posturas pedagógicas adotadas, como a organização do espaço físico de forma diferente, a não marcação de lugares, a valorização dos conhecimentos prévios dos aprendizes, a liberdade para que todos expressem suas opiniões, o trabalho em pares ou em grupos, a busca compartilhada de soluções para os problemas possibilitam que haja a descontinuidade de algumas regras que ditam os rumos de quaisquer ambientes educativos desde a criação da escola pública de massa como a conhecemos.

As escalas de valores por meio de notas como forma de avaliação, tão marcante no dia-a-dia das rotinas escolares, recebe outro direcionamento no Clube, onde os aprendizes não são classificados por notas, mas estimulados a se autoavaliar constantemente.

Na escola o caráter da avaliação é dizer ao aluno se ele concluiu ou não uma determinada série. A nossa avaliação não tem esse sentido. O sentido principal é o aluno se autoavaliar, perceber que precisa melhorar naquele assunto, naquele conhecimento, precisa se aprofundar mais. E funciona, porque o aluno observa a necessidade dele e a gente acaba gerando alguns incentivos [...], alguma forma de fazê-lo perceber, para que ele perceba que não está legal e procurar melhorar, para que sinta a vontade de melhorar [...]. [Por exemplo, quando o aprendiz diz:] eu não consegui desenvolver um determinado circuito eletrônico do meu projeto, não estou conseguindo desenvolver a matemática para explicar esse fenômeno, não estou conseguindo desenvolver a estrutura física do equipamento... Então

começamos a perceber onde está a necessidade de aprimoramento e ajudamos para que ele possa entender [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Corroboramos as palavras do orientador com o apontamento de uma situação registrada em diário de campo:

A sessão de hoje teve início com uma espécie de avaliação sobre o evento realizado na Escola José Paes Gramim, localizada no Distrito de Perpétuo Socorro [município de Alagoinha]. [Os membros do Clube] analisaram o que deu certo e o que pode melhorar nos próximos eventos dessa natureza, mas, no geral, consideraram que o evento foi bem sucedido (OBSERVAÇÃO nº 33, 10/04/2018).

Esse redirecionamento nas posturas pedagógicas que observamos no ambiente investigado, em especial no tipo de interações sociais desenvolvidas entre os membros apontam que, neste contexto em particular, há uma maior sincronia com a realidade contemporânea, enquanto sociedade do conhecimento, na qual o papel atribuído ao professor deve ser de organizador de contextos de aprendizagem e não de detentor do conhecimento, enquanto o aluno deve ser visto e tratado como construtor ativo da própria aprendizagem e não como receptor passivo de informação.

Considerando que

[...] novos paradigmas nascem dos antigos, incorporam comumente grande parte do vocabulário e dos aparatos, tanto conceituais como de manipulação, que o paradigma tradicional já empregava. Mas raramente utilizam esses elementos emprestados de uma maneira tradicional. Dentro do novo paradigma, termos, conceitos e experiências antigos estabelecem novas relações entre si (KUHN, 1996, p. 189).

No entanto, deve-se ter cuidado para não chamar de novo o mesmo velho paradigma camuflado por uma nova roupagem e que continua a atender aos mesmos interesses políticos e econômicos, enquanto mão-de-obra do mercado de trabalho. Neste sentido, precisa-se avançar na maneira como se olha para os aprendizes para que não sejam tratados apenas

[...] tendo em vista um pensamento oportunista e neoliberal que venha atender somente às exigências do mercado de trabalho, mas de buscar uma formação sintonizada que venha prepara-los para conquistas. Neste contexto, além de se tornar um profissional competente, precisa se tornar um cidadão crítico, autônomo e criativo, que saiba solucionar problemas, e que com iniciativa própria saiba questionar e transformar a sociedade. Em busca dessa transformação, o aluno deve ser sujeito histórico do seu próprio ambiente, buscando desenvolver a consciência crítica que leve a trilhar caminho para a construção do saber (BEHRENS, 2003, p. 71).

Nessa perspectiva, falar, pois, de transição para um novo paradigma no âmbito educacional é falar, antes de qualquer coisa, de mudança de foco do professor para o aprendiz, do ensinar para o aprender.

Os fatos até aqui expostos faz-nos olhar para o Clube de Astronomia Vega como sendo um ambiente que adota um modelo organizacional e pedagógico que alude para um novo direcionamento paradigmático, que, por sua vez, mostra-se eficiente dentro do contexto particular desta investigação.

Faz-se importante destacar que todos os participantes deste estudo também são alunos no curso de física no Instituto Federal de Pernambuco – *Campus* Pesqueira, ou seja, frequentam, paralelamente ao Clube, uma sala de aula tradicional. Sabendo disto, pudemos, dentro do contexto da investigação, levantar algumas indagações e comparações sobre esta situação.

Quando instigados por este pesquisador a fazerem uma comparação entre a maneira como as dinâmicas são desenvolvidas no ambiente investigado em relação a uma sala de aula tradicional os membros foram unânimes em firmar uma diferença. Segundo os participantes as práticas desenvolvidas no Clube “[...] fogem totalmente do contexto das aulas “normais”, e isso deixa a gente mais livre para ter acesso a todo tipo de conhecimento, porque temos certa autonomia que vai sendo construída ao longo do tempo e acho que isso é fundamental [...]” (ENTREVISTA/CONVERSA COM A2, 22/02/2018).

Porém, essa unanimidade em apontar vantagens sobre o tipo de práticas pedagógicas que se desenvolvem no Clube em relação ao ambiente tradicional de ensino não se verificou quando a questão se referia à viabilidade de aplicação deste modelo em outros ambientes educacionais.

Para A1 essa configuração funcionaria em qualquer ambiente educacional, uma vez que uma forma de interação social entre os membros que tenha por base a autonomia e a cooperação tende a aumentar o interesse e a confiança dos aprendizes no processo educativo e, conseqüentemente, abrir caminho à construção do conhecimento. A1 assim se expressou quando questionado sobre esse assunto:



Investigador: [...] Esse tipo de configuração, de ambiente diferente com que vocês trabalham, o jeito que vocês se harmonizam e montam as atividades, que difere daqueles tradicionais que a gente conhece. Você acha que esse modelo poderia funcionar em outro ambiente, como em uma sala de aula tradicional?

A1: Com certeza funcionaria, porque ia deixar os estudantes mais a vontade para trabalhar em algo que eles se sentissem mais interessados, se sentissem mais confiantes, até porque dá uma autonomia grande. No nosso caso [participantes do Clube] temos uma autonomia muito grande no que diz respeito ao que queremos estudar, ao que queremos pesquisar, ao que queremos elaborar. Isso passado à sala de aula seria muito interessante, facilitaria tanto para o professor quanto para o aluno. O aluno não sentiria tanta dificuldade [...] e sim ia procurar novos desafios por ele mesmo [...] (ENTREVISTA/CONVERSA COM A1, 08/02/2018).

Diferentemente de A1, A3, citando como causa a quantidade de alunos nas salas de aulas das escolas brasileiras, expressa desapontamento sobre a viabilidade de aplicação deste modelo do Clube no sistema educacional tradicional:

Investigador: A relação que vocês têm aqui com o orientador é diferente de uma hierarquia vista normalmente entre professor e alunos. Todos esses fatores, a organização física diferente, a relação pedagógica, tudo isso teria condições de funcionar em outro ambiente, por exemplo, em uma sala de aula?

A3: Eu acho que não, porque aqui somos oito [...]. Isso não seria igual para uma sala que tem quarenta alunos. Não teria como (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

Já o orientador do Clube acredita na praticabilidade desse modelo em outros ambientes, mas com ressalvas, como mostra o excerto de entrevista/conversa:

Investigador: [...] Tu achas que este modelo de trabalho que é desenvolvido aqui no Clube se aplicaria em outro ambiente como uma sala de uma tradicional, por exemplo?

O: Eu acho que sim, porém há dificuldades. [A principal] é a quantidade [alunos] porque é muito difícil trabalhar com grupos muito grandes. [...] Aqui funciona muito bem porque é algo muito específico. [...] Estão focados no que querem, já veem com uma motivação própria. [...] mesmo assim eu acredito que esse modelo funcionaria em uma sala de aula, mas tendo em vista algumas restrições (ENTREVISTA/CONVERSA COM O, 27/03/2018).

Em suma, as diferentes posturas pedagógicas observadas no contexto do Clube de Astronomia Vega, ao valer-se de configurações entre orientador, aprendizes e ambiente que diferem daquelas perpetuadas pelo sistema fabril de escola, estão a causar um desconforto nos pilares quase sacrossantos do velho paradigma. No entanto, temos consciência do quanto mudanças na educação são difíceis, ainda porque os sistemas educativos são instrumentos políticos e econômicos, utilizados na preparação de mão-de-obra destinada a atender as necessidades da elite social. Talvez por isso, práticas

pedagógicas que causam descontinuidade no paradigma instituído sejam mais comumente encontradas em contextos locais e particulares.

### **5.3.5. Resposta à questão 5: Em que medida o ambiente pesquisado origina práticas pedagógicas inovadoras?**

A inovação pedagógica só se pode colocar em termos de mudança e de transformação.

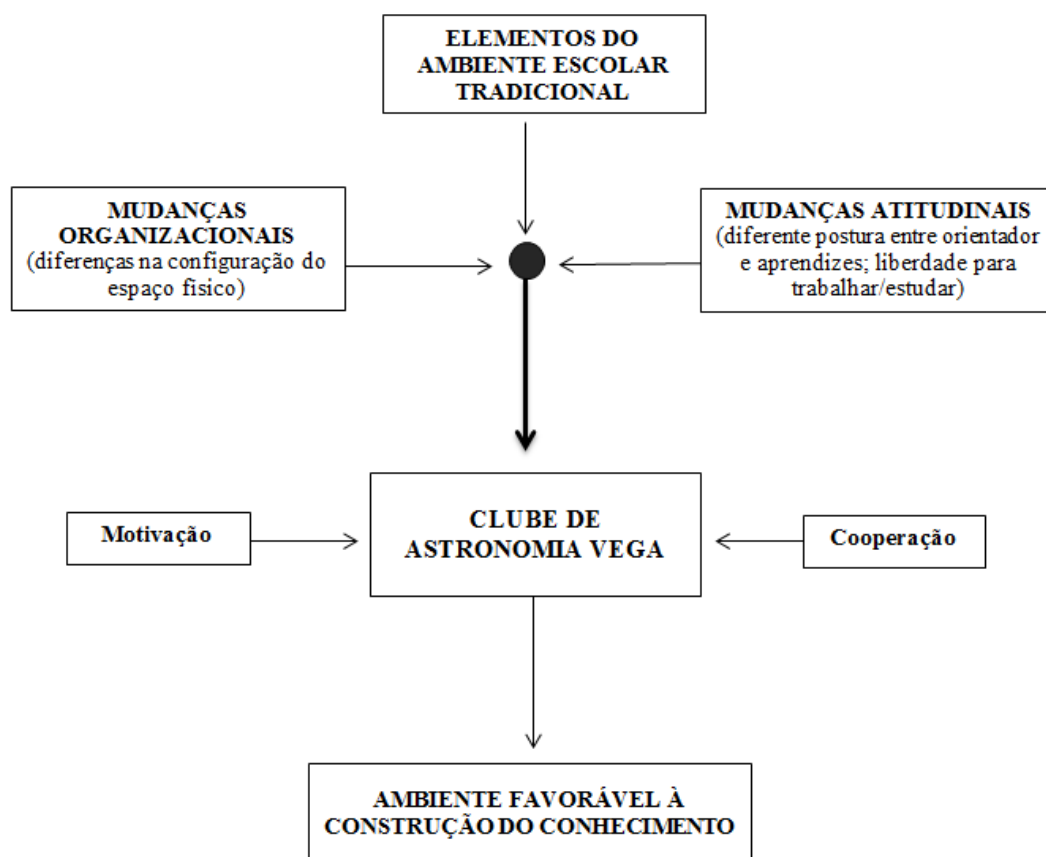
Carlos Nogueira Fino

Antes de falar de possíveis práticas pedagógicas diferenciadas observadas no ambiente investigado, faz-se prudente caracterizar esse ambiente em particular, uma vez que o ambiente possibilita ao sujeito

[...] realizar a oportunidade de uma história que ao se realizar muda, transforma, determina a ação; é onde os homens estão juntos vivendo, sentindo, pensando, pulsando e que tem a força da presença do homem, mesmo que o moderno imponha o efêmero. [...] Nesse sentido, o vivido tem caráter espacial, local, e liga-se ao habitar um espaço produzido (MACEDO, 2010, pp. 36-37).

Sendo assim, e tendo como ponto de comparação um ambiente educativo que segue o modelo tradicional – lotação, carteiras em fila, regimentação, classificação por escalas de notas, autoridade centrada no professor, etc. – verifica-se uma diferença bem visível neste ambiente em particular.

Na verdade, o ambiente do Clube de Astronomia Vega pode ser classificado como um espaço educativo onde características provenientes da escola tradicional – e outros incorporados ao contexto – passaram, e continuam a passar por mudanças organizacionais e atitudinais, ao mesmo tempo em que são regados por fatores como cooperação e autonomia, tendo como objetivo a construção do conhecimento, como esquematizado abaixo:



**FIGURA 7:** Ambientação do Clube de Astronomia Vega a partir dos fatores que o constitui

Partindo deste cenário, nos dispusemos a investigar um contexto educacional em que as práticas pedagógicas, favorecidas por um espaço físico organizado de forma mais dinâmica, giram mais em torno de quem aprende do que de quem ensina e onde as visões de mundo dos membros são ouvidas e integradas às vivências coletivas.

Como mencionado anteriormente, a organização do espaço físico do ambiente investigado apresenta uma configuração bem distinta daquela que normalmente é vista em ambientes tradicionais de educação. Mas como essa configuração diferente está sendo percebida pelos aprendizes? E de que maneira pode estar contribuindo no desenvolvimento de práticas pedagógicas que se mostrem inovadoras?

Bem, para responder a primeira questão nada melhor do que deixar os aprendizes mostrarem suas próprias percepções a respeito. Para tanto, reproduzimos alguns excertos de entrevistas/conversas:

Investigador: A organização física aqui do Clube de Astronomia é bem diferente da organização de uma sala de aula tradicional. Você acha que essa maneira de organizar as coisas é positiva?

A3: Acho que sim. A gente realiza os projetos enquanto está li trabalhando, todos se ajudando. A organização mesmo diferente de uma sala de aula, acho que é mais dinâmico, é melhor para aprender. A gente não tem tanta cobrança e eu acho isso muito bom (ENTREVISTA/CONVERSA COM A3, 23/02/2018).

Investigador: A questão da configuração diferente do ambiente; da relação um pouco diferente entre vocês e o orientador, que difere da de uma sala de aula. Você acha que nessa configuração há mais possibilidade de acontecer atividades inovadoras?

A4: O próprio ambiente aqui já é inovador. O ambiente ser diferente que já tem um pouco de cada um, [isso] faz a gente se sentir um pouco em casa, então vai haver um melhor aprendizado e, consequentemente, vai ter um melhor retorno. O próprio ambiente já nos estimula a ser mais criativos (ENTREVISTA/CONVERSA COM A4, 01/04/2018).

Investigador: Até a configuração física do Clube, o jeito que vocês organizam o espaço é um pouco diferente de uma sala de aula tradicional, não tem aquela hierarquia de que só o professor que manda e os alunos que obedecem. Essa configuração do espaço físico diferente estaria contribuindo para um melhor desempenho nas atividades?

A5: Acho que sim, porque todos estão acostumados com um modelo de sala, justamente a configuração da própria sala com as cadeiras em fileiras. [...] aqui não, aqui é mais livre. As atividades fluem mais porque temos muita interação, [...] não temos a obrigação de estudar, estudamos porque gostamos (ENTREVISTA/CONVERSA COM A5, 08/03/2018).

De acordo com os trechos acima podemos perceber que os aprendizes têm plena percepção das diferenças da configuração ambiental-pedagógica desenvolvida no contexto específico do Clube em comparação aos ambientes tradicional de ensino. Segundo Freire (1996), ter consciência da realidade que o cerca configura-se como o passo inicial para que os aprendizes se tornem sujeito críticos e conscientes do próprio processo de aprendizagem.

Ademais, à medida que tomam consciência da própria realidade os aprendizes tendem a sentirem-se “[...] engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre a qual eles concretamente se sentem responsáveis” (PAPERT, 1994, p. 38), intensificando a aceitação e a interação no grupo e, consequentemente, o estímulo à produção a socialização do conhecimento.

Esse engajamento e consciência crítica em meio a um contexto ambiental e pedagogicamente configurado de forma diferenciada, com espaço para o diálogo e troca de experiências decerto apresenta influência nas práticas pedagógicas.

Nesse sentido, considerando, tal como Fino (2008a), que a inovação pedagógica, impreterivelmente, compreende as práticas, por meio de “[...] mudanças [que] sempre envolvem um posicionamento crítico, explícito ou implícito, face às práticas pedagógicas tradicionais” (*Ibidem*, p. 1), foi justamente nas práticas que a procuramos.

Para fomentar essa discussão e avançar no entendimento dessa abordagem, iniciamos reproduzindo algumas impressões registradas em nosso diário de campo a cerca das práticas pedagógicas observadas no contexto investigado. Para começar segue anotação realizada durante a primeira observação participante no Clube:

O trabalho que aqui se desenvolve nem sequer lembra o que vemos em uma sala de aula tradicional. Todos discutem o que acham necessário, opinam e demonstram autonomia. O orientador raramente intervém nos trabalhos, a menos que seja requisitado. Fica supervisionando e esclarece dúvidas quando necessário (OBSERVAÇÃO nº 01, 09/05/2017).

Este comentário retrata bem a impressão deste pesquisador ao adentrar no ambiente do Clube de Astronomia Vega pela primeira vez, o contato inicial com a cultura do local. Em outro momento, mais avante, durante o desenvolvimento de um projeto de construção de um anemômetro, também registramos:

Acompanhando o trabalho de construção, instalação e regulação do anemômetro pude comprovar que o trabalho desenvolvido aqui não acontece como em uma sala de aula tradicional, pois a cooperação e o *feedback* acontecem naturalmente. Muito interessante a forma como trabalham em cooperação, um grupo de trabalho sempre dando apoio ao outro grupo e vice-versa (OBSERVAÇÃO nº 04, 06/06/2017).

Realmente, na maioria das situações que tivemos a oportunidade de acompanhar no cotidiano do Clube, as atividades são desenvolvidas cooperativamente, nas quais os aprendizes comumente assumem o comando. A esse respeito, eis o registro de uma sessão em que os membros decidem a participação em um evento científico para o qual foram convidados a participar:

Hoje os membros do Clube dedicam a sessão aos preparativos finais para a participação na SNCT (Semana nacional de Ciência e tecnologia). Somente A5 não compareceu ao encontro de hoje. Os demais dedicaram o tempo para estudo, correção e ajuste do material que irão utilizar no evento na próxima semana.

- Temos que deixar tudo pronto hoje, porque não teremos mais tempo isso depois, expressou A3.
- Mas eu não estou gostando dessa parte aqui, disse A2 mostrando algo no computador a A3.
- Vamos analisar e ver o precisa melhorar, respondeu A3.

A3 e A2, com a ajuda e A1 e do orientador se debruçaram sobre o que não estavam gostando, até quando ficou do agrado de todos.

Cabe aqui destacar o fato de que os aprendizes sempre trabalham em cooperação entre si e com o orientador, e na medida em que encontram obstáculos se esforçam para superá-los. Ninguém decide nada de forma unilateral. Sempre que acham necessário fazer alguma alteração em algo, seja por considerar que está incompleta a informação, seja por pensar que a linguagem está muito alta [para alunos de nível fundamenta ou médio], ou para ajustar ao tempo de apresentação, sempre pedem a opinião e a colaboração dos colegas.

Finalmente, depois de muitos questionamentos, muita cooperação e interação no grupo, terminaram de preparar o material. E como disse A1 [no final da sessão]:

- Agora é só esperar chagar o dia! (OBSERVAÇÃO nº 17, 17/10/2017).

Um fator muito importante que podemos verificar nas situações reproduzidas diz respeito à postura do orientador, que sempre concede total liberdade para que os aprendizes possam trabalhar de forma autônoma, agindo mais como um mediador, e como tal, como disse Papert (1994), fornecendo ferramentas para que os aprendizes possam explorar o ambiente de aprendizagem que, por sua vez, deve encontrar-se saturado de nutrientes cognitivos, tornando-o um ambiente propício à construção de conhecimento.

Neste processo autônomo de construção é comum que os aprendizes trabalhem em pares com o orientador ou um membro mais experiente auxiliando os menos experientes. Este papel de par-tutor é frequentemente assumido por A1. “A1 demonstra muito dinamismo, mexe no telescópio, no *notebook* e sempre faz muitas conjecturas e questionamentos aos colegas. Salienta que devem ter paciência, que é o segredo para boas observações com o telescópio” (OBSERVAÇÃO nº 22, 04/12/2017).

Em outro momento registramos em diário de campo:

Em todo esse processo [de desenvolvimento de uma atividade no Clube] vale destacar a autonomia dos aprendizes, que desenvolveram toda a atividade sem a presença do orientador e sempre com muito dinamismo e empolgação. Durante essa prática pedagógica, que, pela forma como foi realizada, pode ser definida como não convencional, a partilha do conhecimento foi visivelmente notada (OBSERVAÇÃO nº 15, 26/09/2017).

Sendo os aprendizes construtores do próprio conhecimento, e não existindo, portanto, transmissão de conhecimento por parte do professor/orientador, que deve assumir um papel de alguém que acompanha, guia e apoia e, no máximo, fornece informações (FINO, 2011), ou seja, “o papel do docente não seria de transferir conhecimento, mas

cria as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1996, p. 27).

Nesse sentido, fica evidente que uma prática pedagógica que se quer inovadora envolva passe pelas atitudes do professor/orientador, pois a inovação pedagógica não será encontrada em reformas curriculares ou do ensino, mas “[...] acontece localmente, isto é, no espaço, físico ou virtual, onde se movem aprendizes e professores, funcionando estes, deliberadamente, como agentes de mudança” (FINO, 2008a, p. 1).

Assim, o papel de mediador abraçado pelo orientador do Clube mostra-se como fator de extrema importância para a descontinuidade do modelo hierárquico na relação professor/aluno e que abre espaço à construção do conhecimento. Em relação ao papel que assume no contexto estudado, disse-nos o orientador:

Meu papel aqui não é ensinar, mas orientar e incentivar para que eles [os aprendizes] encontrem as soluções por conta própria. Eu sei da capacidade produtiva que eles têm. Na maioria das ocasiões eles descobrem essa capacidade sozinhos, mas quando tiverem alguma dificuldade estarei pronto para nortear o caminho. Às vezes só falta um pequeno estímulo e nisso é onde eu posso ajudar (OBSERVAÇÃO nº 14, 19/09/2017).

Também A1, em entrevista/conversa tece comentários a esse respeito:

Investigador: Uma coisa que notei desde que aqui estive pela primeira vez é que a convivência entre vocês, tanto entre aprendizes como com o orientador, é bem diferente de uma sala de aula convencional. Você acha que essa maneira de trabalhar, onde todos participam e não há ninguém acima ou ninguém abaixo é uma maneira que dá mais resultados do aquela sala de aula tradicional, onde só o professor manda e o aluno obedece?

A1: Com certeza. Aqui ninguém se sobrepõe ao outro, um sempre procura ajudar o outro da melhor forma possível. Isso é muito importante porque deixa certa rivalidade de lado, o que não existe no Clube. Quem pode ajuda do jeito que pode, da maneira que pode. Por exemplo: um é muito bom em eletrônica, de circuitos, outro é bom na parte de montagem ou na parte de marcenaria, aí ajuda quem precisa nessa parte. É muito bom assim, porque a experiência de um complementa o outro, o que dá um retorno muito bom no final (ENTREVISTA/CONVERSA COM A1, 08/02/2018).

Corroborando as afirmações do orientador do Clube de Astronomia e de A1, acima reproduzidas, sobre do papel do aprendiz e, principalmente, do professor/orientador em um ambiente educacional que se faça destoar do modelo frequentemente observado, Freire (1987) e Vasconcelos (2003) escrevem:

[...] o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando, que, ao ser educado, também educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em

que os “argumentos de autoridade” já não valem. Em que, para ser-se, funcionalmente, autoridade, se necessita de estar sendo com as liberdades e não contra elas. Já agora, ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão mediatizados pelo mundo (FREIRE, 1987, p. 68, destaque do autor).

O professor deve se assumir como sujeito de transformação no sentido mais radical (novos sentidos, novas perspectivas e dimensões para a existência, nova forma de organizar as relações entre os homens), e se comprometer também com a alteração das condições de seu trabalho, tanto do ponto de vista objetivo (carreira, instalações, equipamentos, número de alunos por sala, etc.), quanto subjetivo (proposta de trabalho, projeto educativo, relação pedagógica, compromisso social, vontade política, abertura para a mudança, disposição democrática, etc.) (VASCONCELOS, 2003, p. 77).

Atentando para a importância das atitudes assumidas pelo orientador no processo de construção do conhecimento dos aprendizes e levando em consideração os fatores emergentes da análise dos dados – fatores atitudinais, comportamentais, cooperativos, motivacionais, cognitivos, interacionistas – bem como da vivência deste pesquisador no contexto investigado, fez-se possível relacionar alguns elementos identificados e que consideramos significativos a respeito do orientador, que, via de regra, demonstrou:

- estimular o pensamento crítico dos aprendizes;
- incentivar o diálogo entre os membros do grupo;
- propor novos questionamentos a serem respondidos no decorrer das atividades;
- encorajar os aprendizes a buscarem respostas;
- colaborar, quando solicitado, na resolução dos problemas;
- agir como mediador durante o processo de construção do conhecimento;
- conduzir as atividades democraticamente, não impondo hierarquias;
- trabalhar em coparceira com os aprendizes;
- trabalhar para tornar a aprendizagem emancipatória e significativa;
- demonstrar ser respeitoso para ouvir e entender o processo educativo;
- valorizar as informações trazida pelos aprendizes;
- respeitar as individualidades e o ritmo próprio de cada aprendiz.

Assim, considerando as atividades que observamos durante o tempo em que convivemos no ambiente investigado, bem como da análise dos dados coletados neste período de investigação, pudemos identificar uma rede de articulações sobre um quadro de dimensões tidas como favorável à existência de práticas pedagógicas que, pelas características já apontadas, se mostraram diferenciadas em comparação àquelas tomadas como tradicionais, num contexto de educação em astronomia e ciências afins.



### 5.3.6. Resposta à questão 6: A educação em astronomia contribui para uma aprendizagem que se faça significativa para os aprendizes?

[Os aprendizes] farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmos o conhecimento específico de que precisam; a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que eles estarão sendo apoiados moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços.

Seymour Papert

Diante às exigências do mundo pós-moderno, onde a quantidade de informações e a velocidade que estas informações circulam atingiram níveis nunca antes vistos, onde a escola não é mais o único local de informação e os professores não são mais portadores do conhecimento, mostra-se inegável a necessidade de uma reestruturação nos ambientes educacionais.

No caso específico desta investigação, inserida em um contexto de educação científica (mais especificamente “Educação em Astronomia”), que, por se tratar de um ambiente educacional, já lida com a crise paradigmática da educação tradicional, precisa ainda, por sua natureza, lidar da crise referente ao paradigma conservador da ciência, ambas agravadas pelo advento da globalização, o avanço da sociedade do conhecimento, impulsionada pela popularização da tecnologia de comunicação e da aceleração da informação.

Em meio a uma crise global, de tão graves proporções, muito se fala ultimamente em diferentes instâncias das sociedades modernas, em mudança de paradigma como reconhecimento da necessidade premente de construção de um novo modelo que, para além dos limites da racionalidade científica, crie as condições propícias a uma aliança entre ciência e consciência, razão e intuição, progresso e evolução, sujeito e objeto, de tal forma que seja possível o estabelecimento de uma nova ordem planetária (RÉGNIER, 1995, p. 3).

Nesse sentido, e considerando a evolução dos processos de mudanças nos paradigmas da ciência astronômica<sup>183</sup> e da educação<sup>184</sup> observados nas últimas décadas fica evidente

---

<sup>183</sup> A primeira grande quebra de paradigma na astronomia – do geocentrismo para o heliocentrismo – teve início no século XVI com a publicação, em 1543, da obra *De Revolutionibus Orbium Caelestium* de Nicolau Copérnico e foi consolidada nos séculos subsequentes por estudiosos como Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton (cf. Capítulo 1, Tópicos 1.5, 1.6, 1.7 e 1.8). No final do século XIX e início do século XX, a partir de descobertas conduzidas por estudiosos como Hendrik Lorentz, Jules

que os sistemas educacionais são muitos mais resistentes às mudanças. Enquanto a ciência, em especial a astronomia, tem, de grosso modo, acompanhado a evolução da sociedade do conhecimento, a educação teima em se agarrar a um paradigma que há muito já perdeu a conexão com a realidade, e que, volta se meia, tenta se vender por novos pseudomudanças, maquiando-se com novas roupagens.

Para se configurar como algo realmente novo na educação essa mudança precisa proporcionar contextos voltados à aprendizagem em detrimento aos habituais contextos de ensino ainda muito comuns nos sistemas escolares tradicionais (FINO, 2008a), nos quais o aprendiz, tendo suas individualidades respeitadas, se configure como o principal agente do processo educativo, ainda porque,

Num mundo cada vez mais massificado as escolhas e os posicionamentos individuais são cada vez mais importantes. Só a individualidade é verdadeiramente genuína e pode contribuir eficazmente para a construção do colectivo. **A construção do conhecimento passa, fundamentalmente, pela construção da aprendizagem individual.** Ninguém aprende como o outro, no entanto todos aprendemos com todos, e é o somatório de todos os processos de aprendizagem e partilha que redundam em conhecimento. Hoje, a partilha é cada vez mais comum e menos descomplexada (CORREIA, 2011, pp. 344-345, destaque nosso).

Para Fino (2011) essa construção, embora se desenvolva a nível individual, é resultado da interação com o outro e que “[...] podendo ser externalizados, podem ser igualmente partilháveis e ficarem ao alcance do escrutínio metacognitivo feito pelo outro. [...] Construção compartilhada. Construção em cooperação com o outro” (FINO, 2011, p. 51).

De acordo com Ausubel (2003), nesse processo de construção, o conhecimento trazido com o aluno é o principal contribuinte para que aconteça uma aprendizagem significativa, isto é, aquele conhecimento que já se encontra incorporado na sua estrutura cognitiva no momento em que acontece uma nova aprendizagem contribui para a significância desta.

---

Henri Poincaré e Albert Einstein a astronomia passou por uma segunda revolução, da qual resultou um novo paradigma: a cosmologia relativista (cf. Capítulo 1, Tópico 1.9).

<sup>184</sup> Referimo-nos aqui ao paradigma fabril de educação, tal como Toffler (1973) o descreveu. Para mais informações cf. Capítulo 3, Tópico 3.1.

Partindo dessas premissas configuramos alguns quadros teóricos a respeito do processo de aprendizagem significativa num contexto de inovação pedagógica. Para tal situação a aprendizagem deve apresentar-se como:

- **situada** – tendo início e estando emersa no contexto em que acontece (SOUSA & FINO, 2001), enfatizando as construções particulares de cada aprendiz (PAPERT, 1990);
- **crítica** – nesse aspecto a aprendizagem apresenta uma perspectiva histórica, sociopolítica, cultural, bem como contem as bases ideológicas dos sistemas de conhecimento e na prática social, tendo como resultado uma inserção crítica da realidade (FREIRE, 1987);
- **consciente** – o aprendiz é visto e tratado como construtor final do próprio conhecimento, construindo estruturas cognitivas capazes de suportar ambientes dinâmicos de aprendizagem. No entanto, para que isso se configure ele deve mostra-se, por meio de verbalizações de ideias e associação de experiências prévias às práticas pedagógicas, consciente do próprio processo de aprendizagem (PIAGET, 1990);
- **transformadora** – a aprendizagem mostra-se transformadora quando construída a partir do já conhecido, da realidade vivencial do aprendiz e, à medida que se somam experiências, informações e novas construções ao longo do processo, chaga-se a um aprendizagem real e significativa (FREIRE, 1987).
- **autônoma** – a aprendizagem autônoma pode ser entendida como a capacidade de cada aprendiz assumir as rédeas do próprio processo de construção do conhecimento, com liberdade para definição de conteúdos, progressões, bem como controlar o tempo, o ritmo, o lugar e os métodos utilizados para essa construção (FREIRE, 1987);
- **partilhável** – uma aprendizagem que se mostre significativa para o aprendiz envolve a construção de algo externo ou que, ao menos, possa ser compartilhado (PAPERT, 1990);
- **cooperativa** – nessa vertente a aprendizagem encontra-se diretamente relacionada ao trabalho compartilhado e troca de saberes, onde os mais experientes ajudam os menos experientes;
- **mediada por pares** – a aprendizagem é baseada na cooperação inter-pares, na qual um membro mais capaz (professor/orientador ou colega mais apto) atua

como par-tutor, intervindo na ZDP do membro menos apto (VYGOTSKY, 2007). Nesse processo mediado, ao passo que o aprendiz vai avançando em suas habilidades o par-tutor vai entregando-lhe as rédeas das operações. Assim, à medida que avança na sua responsabilidade o aprendiz vai interiorizando os conhecimentos envolvidos no processo, diminuindo cada vez mais a regulação externa e aumentando a autorregulação (FINO, 2001b).

Além das implicações acima uma aprendizagem não será plenamente significativa para o aprendiz se os conhecimentos resultantes deste processo não puderem ser socializados. Portanto, a negociação social do conhecimento em processo de aprendizagem torna-se fundamental, pois só assim os aprendizes podem testar, através do diálogo, com outros sujeitos de fora de seu meio educativo, as suas construções. Durante as dinâmicas do Clube de Astronomia foram muitos os momentos em que os membros desenvolveram atividades voltadas a esse fim, como o registro reproduzido abaixo:

A observação de hoje acontece no espaço Ford, local de realização das atividades da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) na cidade de Pesqueira-PE. [...].

Como combinado [em reuniões no Clube], os responsáveis pelas apresentações vespertinas são A2, A5, A6 e A7, que, quando da minha chegada já se encontrava presentes no local.

A sala da oficina estava bem cheia, então me acomodei em um canto da sala para não incomodar e nem tampouco chamar atenção.

Os membros do Clube agem com desenvoltura e as interações acontecem naturalmente por meio da dialogicidade e bem mediadas pelos aprendizes do Clube.

Nas falas dos mediadores [aprendizes] é marcante a defesa da educação científica para a aprendizagem das pessoas, especialmente os jovens. [...].

A temática flui com naturalidade à medida que o tempo avança. Os membros do Clube conseguem atrair a atenção dos presentes com uma defesa da importância da ciência, especialmente da astronomia. Realizam uma espécie de jogo para que os participantes possam atentar para o quão de ciência e astronomia interagem no cotidiano.

Nota-se certa empolgação nos presentes, que ficam surpresos por descobrirem que sabem e usam mais conceitos científicos do que imaginavam.

Sobre essa dinâmica me disse A2 ao final da atividade:

A2 – Com essa atividade conseguimos exatamente alcançar o objetivo que desejávamos.

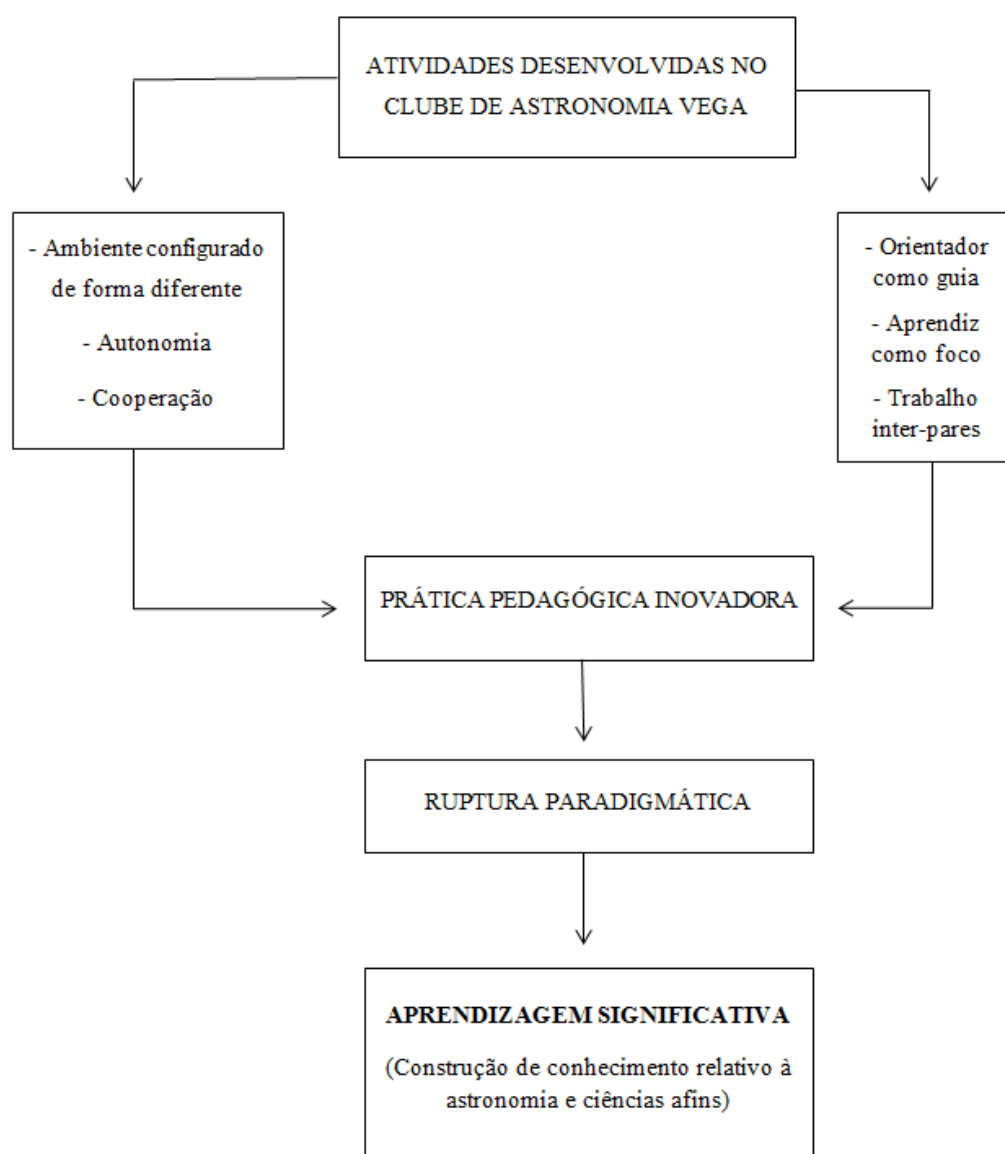
Investigador – Que era?

A2 – Despertar nas pessoas presentes a consciência de que a ciência está presente em nossa vida desde que nascemos, e mesmo que não percebamos isso. Assim, esperamos despertar o espírito científico, porque a curiosidade é o primeiro passo para as descobertas. Outra coisa é que percebem que, embora tão diferentes, partilham muitos conhecimentos em comum. E que possibilitou essa aproximação foram os conhecimentos científicos.

De fato, se um dos objetivos do Clube de Astronomia Vega é a partilha de conhecimento com a comunidade, hoje pude verificar esse objetivo sendo realizado, pois o conhecimento construído no Clube foi partilhado de forma

brilhante. Se a aprendizagem significativa é aquela que emerge do conhecimento trazido pelo aluno/aprendiz, como diz Ausubel, arrisco-me a dizer que visualizei essa prática (OBSERVAÇÃO nº 18, 27/10/2017).

Nessa perspectiva, a partir das interações sociais que são desenvolvidas entre os membros no ambiente do Clube de Astronomia Vega, somada às práticas de socialização do conhecimento por eles produzido, desponta um contexto de aprendizagem que se mostra significativa para os aprendizes, como esquematizado a seguir:



**FIGURA 8:** Relação entre as atividades desenvolvidas no Clube de Astronomia Vega, práticas pedagógicas inovadoras e aprendizagem significativa

Por fim, como mostra a representação acima, as atividades desenvolvidas no contexto investigado caracterizam-se por um alto grau de autonomia e cooperação entre os seus membros, e por acontecerem – excerto quando são desenvolvidas atividades externas – em um ambiente pedagógico organizado de maneira diferente do tradicional, no qual o aprendiz é o foco do processo e o orientador atua mais como guia. Somando-se a isso o trabalho inter-pares e a constante socialização do conhecimento, foi possível verificar a existência de práticas pedagógicas que, por serem inovadoras, estão a causar uma ruptura paradigmática em relação ao modelo tradicional de escola, e apontam para a existência de aprendizagem real e significativa para os aprendizes.

## **Sumário do capítulo**

Este capítulo teve por objetivo descrever o processo de análise e interpretação dos dados empíricos de um estudo desenvolvido no Clube de Astronomia Vega, bem como discutir os resultados alcançados no decorrer desse processo, tendo como ponto de partida os objetivos e as questões levantadas no início da investigação e tendo em vista a natureza etnográfica desta pesquisa.

Para tanto, iniciamos detalhando como se deu o processo de análise e interpretação do conjunto do *corpus* empírico, que, embora aconteça durante toda a pesquisa é no período pós-coleta que se intensifica. Portanto, para fins didáticos e melhor descrição do processo, atentamos para as distintas fases analíticas.

Com o término da coleta de dados, a saída do campo de investigação e a consequente intensificação da exploração do material os indicadores emergentes da análise do *corpus* empírico puderam ser agrupados e categorizados por afinidades, dando origem às categorias de análise.

Constituídas as categorias e levando em consideração a literatura revisada, os princípios da pesquisa etnográfica, a vivência que tivemos *in loco* e a discussão dos resultados emergentes foi possível fazer uma análise da realidade presente no contexto, olhando a

cultura desenvolvida no ambiente em estudo, compreendendo-a e descrevendo-a por meio das respostas às questões da investigação e com uma visão de dentro.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após doze meses como observador participante junto ao Clube de Astronomia Vega, buscando compreender, à luz da inovação pedagógica enquanto ruptura paradigmática, as práticas pedagógicas ali desenvolvidas, posso aqui afirmar que as experiências vivenciadas nesse ambiente em particular convergem para alguns resultados que agora passo a expressar.

No decorrer deste percurso, assim como em qualquer processo investigativo, surgiram dúvidas sobre qual a melhor metodologia a ser empregada, os cuidados necessários a serem tomados quanto à coleta e validade das informações, bem como sobre o processo de análise e interpretação dos dados. Também foi preciso uma adaptação dos hábitos e rotinas deste pesquisador para poder acompanhar as atividades do Clube e ser capaz de interpretar com a máxima fidedignidade possível a realidade estudada, a qual foi se revelando à medida que a investigação avançava.

Na procura de uma atitude construtiva, confiável e reflexiva sobre as práticas pedagógicas observadas, buscamos a interpretação da cultura investigada, por meio dos comportamentos e atitudes cotidianas (individuais e coletivas), presentes no contexto em questão, tendo como atores principais do processo os membros do Clube de Astronomia Vega (aprendizes e orientador), e indagando até que ponto estas práticas estavam contribuindo de forma significativa à educação em astronomia e se estas se configuravam como inovação pedagógica.

Consciente que a relação entre as ciências e a educação no Brasil é paradoxal, pois ao mesmo tempo em se enaltece a importância da educação científica e astronômica para a formação das crianças e dos jovens, negam-se a estes as condições mínimas de acesso ao conhecimento científico no sistema educacional tradicional (LANGHI, 2009). Nesse sentido, especificamente falando da educação em astronomia, a sobrevivência fica restrita a ambientes não formais de educação, como o Clube de Astronomia objeto desta investigação.



Com este pensamento, partimos para investigar esse ambiente em particular, na busca por dados que nos levassem a entender sua cultura. Para tanto, o presente estudo teve como objetivos específicos:

- Caracterizar inovação pedagógica enquanto ruptura paradigmática.
- Observar e analisar, com um olhar etnográfico, as práticas pedagógicas que se desenvolvem no Clube de Astronomia.
- Verificar se as dinâmicas que ocorrem entre os participantes do Clube podem se constituir numa ferramenta auxiliar na aprendizagem.
- Identificar o grau de autonomia dos participantes da pesquisa no transcorrer das atividades observadas.

Norteando-se por estes objetivos acessamos o campo de investigação. Com a imersão no campo veio a necessidade de aprofundamento teórico, que exigiu uma revisão intensa de literatura sobre astronomia, educação em astronomia, aprendizagem e inovação pedagógica, bem como das bases teórico-metodológicas, que serviram de base para a escrita deste trabalho, que foi organizado em duas partes e cinco capítulos.

No Capítulo 1, apresentamos a astronomia desde seus primórdios, quando os primeiros humanos observaram o céu e começaram a fazer perguntas. Nessa retrospectiva, destacamos a evolução do conhecimento astronômico e sua ligação com a evolução da própria humanidade, partindo de meras e curiosas observações do céu pelos humanos mais primitivos, passando pela criação dos primeiros calendários na Mesopotâmia, pelo alvorecer na Grécia Antiga, pelas dificuldades enfrentadas na Idade Média, pelo renascer a partir do século XV, pela consolidação do heliocentrismo, até chegar a Cosmologia Relativista de Einstein e às viagens espaciais.

Entendidas as origens e a evolução da astronomia através da história, a revisão de literatura nos levou à educação em astronomia, o que resultou no Capítulo 2 deste trabalho, onde tratamos da educação em astronomia desde seus primeiros sinais nas civilizações antigas, seguindo pela consolidação na Grécia Clássica, seu quase esquecimento na Idade Média, seu ressurgimento impulsionada pelas revoluções sociais, econômicas, artísticas e científicas que caracterizaram o ocidente a partir do século XV, sua presença na escola moderna e sua situação nos sistemas educativos atuais no Brasil e no mundo.

No Capítulo 3 falamos da criação da escola moderna no auge da Revolução Industrial, que deu origem ao modelo fabril de educação (TOFFLER, 1973; SOUSA & FINO, 2001). Apontamos evidências da crise paradigmática pela qual passa esse modelo, em consequência da transição da sociedade industrial para a sociedade do conhecimento. Nesse cenário de crise, apresentamos a inovação pedagógica, enquanto ruptura paradigmática, como alternativa à mudança necessária, uma vez que favorece a criação de ambientes de aprendizagem em contraposição aos ambientes de ensino (FINO, 2008a). Nesse sentido, por considerarmos a aprendizagem o objetivo principal da educação, procuramos entender o processo de aprendizagem valendo-nos das teorias formuladas e estudadas nos últimos tempos.

A revisão de literatura exigiu ainda um aprofundamento das bases teórico-metodológicas para esta investigação, o que nos levou a enveredarmos pelo caminho da etnográfica (LAPASSADE, 1992; ANDRÉ, 1997; SOUSA, 2000a; WOODS, 2005). Estes fundamentos, juntamente com a caracterização do estudo – objetivos, questões da investigação, *locus* e participantes –, além da discussão sobre questões éticas e de validação dos dados, constituem o Capítulo 4.

Assim, considerando os preceitos da pesquisa etnográfica, foi possível buscar o entendimento e a interpretação da cultura dos participantes da investigação, atentando para toda a gama de interesses, atitudes, comportamentos e emoções provenientes de suas vivências pessoais. Para tanto, foram realizadas observações participantes, substanciadas pelas notas em diário de campo, entrevistas etnográficas que foram gravadas em áudio e depois transcritas *ipsis litteris*, além da recolha de documentos, na busca por resguardar da melhor maneira possível à realidade investigada.

Os dados coletados durante o tempo em campo foram analisados de forma indutiva, originando ou confirmando indicadores, os quais foram reunidos em categorias de análise, que, por sua vez, serviram de base para responder as questões iniciais da investigação. Todo esse processo analítico, assim como os resultados que dele emergiram, encontra-se pormenorizado no Capítulo 5 deste estudo.

Em relação às práticas cotidianas no ambiente investigado foi verificado entre os membros que a motivação inicial que os levou a participar do Clube foi o interesse pela astronomia e pelas ciências em geral, despertado, muitas vezes, por incentivos de

professores, colegas ou pelas divulgações feitas pelos membros do Clube. E é a partir desse interesse que os trabalhos são desenvolvidos no ambiente investigado, com os aprendizes apresentando poder de decisão em relação ao planejamento e execução das dinâmicas desenvolvidas.

Essa maneira de trabalhar faz com que as atividades fluam com naturalidade, pois todos os participantes se sentem parte do processo, o que facilita na resolução dos problemas que surgem. Nesse processo, faz-se importante destacar o papel do orientador, que se mostrou menos como um professor e mais como um guia, que instiga, indaga e faz pensar, levando os aprendizes ao *feedback*, a medida que repensam procuram soluções para os problemas.

Ainda em relação às práticas observadas pode-se afirmar que estas são desenvolvidas de modo que valorizam as experiências pessoais de cada aprendiz, as quais são ouvidas, debatidas e, na medida do possível, integradas às dinâmicas.

Segundo esses critérios foi possível constatar que as produções dos participantes do estudo, pela maneira como são desenvolvidas, estimulam fatores como motivação, cooperação, dinamismo e autonomia dos aprendizes, o que se reflete na construção do conhecimento relativo à educação em astronomia e ciências afins. Diante disso, algumas conclusões merecem destaque.

A primeira conclusão que destacamos diz respeito à relevância do ambiente pedagógico do Clube de Astronomia Vega, pois consideramos que este, pelas suas características que destoam do tradicional tanto na organização física quanto nas atitudes, se mostra como fator positivo na motivação dos aprendizes em relação à produção e ao compartilhamento do conhecimento, em condições que abrem possibilidade à aprendizagem significativa.

Uma segunda conclusão se refere à autonomia apresentada pelos aprendizes durante a realização das atividades que pudemos acompanhar. Essa autonomia se mostrou, na maioria dos momentos, que acontece conjuntamente a – e talvez impulsionada por – relações sociais harmônicas, cooperativas e não hierarquizadas entre aprendizes e orientador, o que facilita a execução de atividades em diferentes graus de dificuldade. As atividades em pares ou em grupo, como geralmente são desenvolvidas, também se

mostrou favorável ao desenvolvimento do trabalho mediado, onde um par-tutor mais apto atua na ZDP do menos apto (VYGOTSKY, 2007).

Uma terceira conclusão que pode ser apontada está relacionada à importância da socialização do conhecimento, para a qual sempre se dá destaque por parte dos membros da investigação, quer aconteça entre si, nos momentos de construção no ambiente do Clube de Astronomia, quer quando externalizado, nos momentos de partilha do conhecimento com pessoas de fora do Clube, durante eventos em escolas ou para a comunidade em geral.

Estas pontuações conclusivas leva-nos a considerar que o conhecimento em astronomia e ciências afins que é produzido no Clube de Astronomia Vega, nas condições já mencionadas, está desencadeando uma aprendizagem que se mostra significativa para os aprendizes do Clube, dentro ou fora do contexto investigado.

Ademais, diante deste contexto foi possível constatar que práticas pedagógicas que valorizam o aprender em detrimento ao ensinar e atuam na ampliação da visão de mundo do aprendiz, por causarem ruptura nos padrões educativos estabelecidos, são indicadores de inovação pedagógica.

Diante disso, cabe destacar ainda a importância do presente trabalho para este pesquisador, uma vez que as reflexões que surgiram durante o percurso investigativo possibilitaram uma interação com experiências novas que culminou em um processo de crescimento profissional e pessoal.

Além do mais, faz-se pertinente e necessária uma defesa da educação científica, em especial em astronomia, que embora cresça em níveis acadêmicos, continua negligenciada em níveis fundamentais nos sistema educacional brasileiro, sobrevivendo da perspicácia de alguns desbravadores em ambientes não formais de educação como o que foi objeto deste estudo.

Nessa perspectiva, espero que este estudo possa contribuir para caminho para que a educação em astronomia venha a ser mais explorada em pesquisas futuras. Uma sugestão é pesquisar o impacto do conhecimento em astronomia na vida profissional de ex-membros do Clube de Astronomia Vega ou de outro ambiente afim.

Outra sugestão é investigar como professores de ciências do Ensino Fundamental e Médio no Brasil trabalham temas relacionados à astronomia nas suas práticas pedagógicas cotidianas.

Finalizo na esperança de que este trabalho venha a contribuir para estimular reflexões de estudiosos da educação na área de educação em astronomia e inovação pedagógica, bem como possa servir a profissionais de educação que, tal como os participantes desta investigação, mostrem-se inconformados com os velhos padrões de educação e busquem inovações em suas práticas pedagógicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAAS – American Association for the Advanced of Science. **Project 2061**. New York, 2017. Disponível em: <<https://www.aaas.org/program/project2061/about>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

ABP – Associação Brasileira de Planetários. Disponível em: <<http://planetarios.org.br/quem-somos/o-que-fazemos/>>. Acesso em: 12 set. 2017.

ACKERMANN, Edith. **Ferramentas para um aprendizado construtivo: repensando a interação**. 1993. Disponível em: <<https://web.media.mit.edu/~edith/publications/in%20portugese/1993.Ferramentas.pdf>> Acesso em: 22 jul. 2018.

ADLER, Patricia & ADLER, Peter. **Membership roles in field research**. New York: Sage, 1987.

ADORNO, Francesco. **La filosofia antica, Volume I: La formazione del pensiero filosofico dalle origini a Platone, VI – IV secolo a. C.** Milano: Feltrinelli, 1991.

AFONSO, Germano Bruno & NADAL, Carlos Aurélio. Arqueoastronomia no Brasil. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 1**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_1.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

AFONSO, Natercio. **Investigação Naturalista em Educação, um guia prático e crítico**. Porto: Asa, 2005.

AGROSINO, Michael. **Etnografia e observação participante**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ALIGHIERI, Dante. **A divina comédia**. eBooksBrasil, 2003. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/eb00002a.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

ALMADA, Cristiane Patrícia Barros & SOUSA, Jesus Maria. Revoluções, paradigmas e inovação pedagógica: provocações para um debate contemporâneo. In: **Anais do Encontro Internacional Trabalho e Perspectiva de Formação dos Trabalhadores**, nov/2017, V. 01, nº 02, Fortaleza, Brasil, 2017. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/jesussousa/Publicacoes/112.1713-1724.pdf>>. Acesso: 28 ago. 2018.

ALMEIDA, José Ricardo Pires de. **Instrução Pública no Brasil (1500 - 1889)**. São Paulo: Educ, 2000.

ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Relevância e aplicabilidade da pesquisa em educação. **Cadernos de Pesquisa**, nº 113, pp. 39-50. São Paulo, jul. 2001.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Avanços no conhecimento etnográfico da escola, pp. 99-110. In: FAZENDA, Ivani. (Org.). **A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento**. Campinas: Papirus, 1997.

\_\_\_\_\_. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Líber Livro Editora, 2008.

\_\_\_\_\_. **Etnografia na prática escolar**. 18ª ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 2012.

ARANHA, Maria Lucia. **História da educação e da pedagogia**. São Paulo: Moderna, 2006.

ARAÚJO, Laura Filomena Santos de; DOLINA, Janderléia Valéria; PETEAN, Elen; MUSQUIM, Cleiciene dos Anjos; BELLATO, Roseney; LUCIETTO, Grasielle Cristina. Diário de pesquisa e suas potencialidades na pesquisa qualitativa em saúde. **Revista Brasileira Pesquisa Saúde**. Vitória, Espírito Santo, pp. 53-61, jul./set. 2013. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/RBPS/article/viewFile/6326/4660>>. Acesso em: 08 maio 2018.

ARCEO, Frida Díaz & ROJAS, Geraldo Hernández. **Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista**. México D. F.: McGraw-Hill, 2002.

ARIAS, Jesús de La Fuente. Perspectivas recientes en el estudio de la motivación: la teoría de la orientación de meta. **Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa**, V.2 nº 1, pp. 35-62, 2004. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/28069256\\_Perspectivas\\_recientes\\_en\\_el\\_estudio\\_de\\_la\\_motivacion\\_la\\_Teoria\\_de\\_la\\_Orientacion\\_de\\_Meta](https://www.researchgate.net/publication/28069256_Perspectivas_recientes_en_el_estudio_de_la_motivacion_la_Teoria_de_la_Orientacion_de_Meta)>. Acesso em: 30 jun. 2018.

ARISTÓTELES. **Do céu**. São Paulo: Edipro, 2014.

AUSUBEL, David Paul. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

\_\_\_\_\_. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.

\_\_\_\_\_. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AUSUBEL, David; NOVAK, Joseph & HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BAGNO, Marcos. **Pesquisa na Escola o que é como se faz**. 21ª ed. São Paulo: Loyola, 2007.

BARBIER, René. **Pesquisa-ação na instituição educativa**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.

BARRIO, Juan Bernardino Marques. **El planetario: un recurso didáctico para la enseñanza de la astronomía**. Madrid: Proquest information and learning España, 2005.

\_\_\_\_\_. A investigação educativa em astronomia: os planetários como espaço de ensino e aprendizagem. In: LONGHINI, Marcos Daniel. **Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Átomo, 2010.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. Curitiba: Champagnat, 1999.

\_\_\_\_\_. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2003.

BELL, Judith. **Como Realizar um Projecto de Investigação**. Lisboa: Gradiva, 2008.

BENTO, António Maria Veloso. **As etapas do processo de investigação: do título às referências bibliográficas**. Funchal: Universidade da Madeira, 2011.

BLUMER, Herbert. **Symbolic Interactionism: Perspective and Method**. Berkeley: University of California Press, 1992.

BOAS, Franz. **Cuestiones fundamentales de antropología cultural**. Buenos Aires: Lautaro, 1943.

\_\_\_\_\_. **A mente do ser humano primitivo**. Petrópolis, Vozes, 2010.

BOBBITT, John Franklin. **The curriculum**. New York: Houghton Mifflin, 1918.

\_\_\_\_\_. **How to make a curriculum**. New York: Houghton Mifflin, 1924.

BOETTCHER, Judith. **Pedagogy and learning strategies**. [Versão eletrônica], 1997. Disponível em: [http://www.academia.edu/3018564/Pedagogy\\_and\\_learning\\_strategies](http://www.academia.edu/3018564/Pedagogy_and_learning_strategies). Acesso em: 23 nov. 2017.

BOGDAN, Robert & BIKLEN, Sari Knopp. **Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods**. Boston: Allyn and Bacon, Inc., 1982.

\_\_\_\_\_. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BOGDAN, Robert & TAYLOR, Steven. **Introducción a los métodos cualitativos de investigación: la búsqueda de significados**. 3ª ed. Barcelona: Paidós Básica, 1996.

BORUCHOVITCH, Evelyn & BZUNECK, José Aloyseo. (Orgs.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

BOTTÉRO, Jean. **La Mésopotamie (il État Une Fois la Mésopotamie)**. Paris: Gallimard, 1993.



BOURDIEU, Pierre & PASSERON, Jean-Claude. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008.

BRADIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Persona, 1997.

BRAGA, João. Astronomia de altas energias. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 2**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_2.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_2.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2017.

BRASIL. Decreto-Lei nº 4.244, de 9 de abril de 1942. Lei Orgânica do Ensino Secundário. **Diário Oficial do Brasil**. Rio de Janeiro, 9 de abril de 1942. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-4244-9-abril-1942-414155-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 05 set. 2017.

\_\_\_\_\_. **Lei 9394/96 – LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 19 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio – orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

\_\_\_\_\_. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Astronomia**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.lna.br/PNA-FINAL.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

BRETONES, Paulo Sergio & COMPIANI, Maurício. Análise dos conteúdos de disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 19, nº 1, pp. 151-153, 1999.

BRETONES, Paulo Sergio. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil**. [Dissertação de Mestrado]. UNICAMP, 1999. Disponível em: <<http://www.btdea.ufscar.br/resumo/10/disciplinas-introdutorias-e-astronomia-nos-cursos-superiores-do-brasil>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ensino e divulgação da astronomia na América Latina na perspectiva da LIADA. **Revista Latino-Americana de educação em astronomia**, nº 6, pp. 7-19, 2008.

BZUNECK, José Aloyseo. O esforço nas aprendizagens escolares: mais do que um problema motivacional do aluno. **Revista Educação e Ensino – USF**, nº 6, pp. 7-18, 2011.

CAMENIETZKI, Carlos Ziller. **Esboço biográfico de Valentin Stancel (1621-1705), matemático jesuíta e missionário na Bahia**. Ideação, Feira de Santana, n.3, p.159-182, jan./jun. 1999. Disponível em: <<https://bibliotecaquimicaufmg2010.files.wordpress.com/2012/02/ziller-sobre-estancel.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

CAMPBELL, Donald & FISKE, Donald. Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. **Psychological bulletin**, V. 56, nº 2, pp. 81-105. University of Illinois: Champaign-Urbana, 1959. Disponível em: <[https://marces.org/EDMS623/Campbell%20DT%20&%20Fiske%20DW%20\(1959\)%20Convergent%20and%20discriminant%20validation%20by%20the%20multitrait-multimethod%20matrix.pdf](https://marces.org/EDMS623/Campbell%20DT%20&%20Fiske%20DW%20(1959)%20Convergent%20and%20discriminant%20validation%20by%20the%20multitrait-multimethod%20matrix.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2018.

CANDY, Philip. Constructivism and the study of self-direction in adult learning. **Studies in the Education of Adults**, v. 21, pp.95-116, 1989.

CANIATO, Rodolpho. Um projeto brasileiro para o ensino de física. [Tese de Doutorado]. UNESP, Rio Claro, 1973. Disponível em: <[http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1973\\_CANIATO\\_T\\_UNESP.pdf](http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1973_CANIATO_T_UNESP.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2017.

\_\_\_\_\_. **O céu**. São Paulo: Ática, 1990.

CAPOZZOLI, Ulisses. Uma pré-história do céu. In: PICAZZIO, Enos (Org.). **O céu que nós vemos: introdução à astronomia para educadores e iniciantes**. São Paulo: Odysseus, 2011.

CARDOSO, Ana Paula. **Educação e inovação**. Revista *Millenium On-line*, nº 6, março de 1997. Disponível em: <<http://repositorio.ipv.pt/bitstream/10400.19/706/1/Educa%C3%A7%C3%A3o%20e%20inova%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de & GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1995.

CASACA, João Maria. **História breve do calendário**. Lisboa: LNEC, 2009.

CASTANHO, Maria Eugênia de Lima e Montes. Professores e Inovações. In: CASTANHO, Sérgio & CASTANHO, Maria Eugênia de Lima e Montes (Org.). **O que há de novo na educação superior: do projeto pedagógico à prática transformadora**. Campinas: Papirus, 2000.

CAVENAGHI, Ana Raquel Abelha. Uma perspectiva autodeterminada da motivação para aprender língua estrangeira no contexto escolar. **Ciências & Cognição**, V. 14, nº 2, pp. 248-261, 2009. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/101>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994.

COHEN, Louis; MANION, Lawrence & MORRISON, Keith. **Research methods in education**. London: Routledge, 2007.

COHEN, Morris Raphael & DRABKIN, Israel Edward. **A source of Greek science**. Massachusetts: Harvard University Press, 1958. Disponível em: <<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.531023>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

COLE, Michael & WERTCH, James. **Beyond the individual-social antinomy in discussions of Piaget and Vygotsky**. University of California San Diego, California and Washington University, St. Louis, Human Development, v. 39, nº 5, pp. 250-56, Sep-Oct, 1996. Disponível em: <<http://lchc.ucsd.edu/People/MCole/Beyond%20the%20individual-social%20antimony.pdf>>. Acesso em: 05 dez. 2017.

COLL, César. Um marco de referência psicológico para a educação escolar: a concepção construtivista da aprendizagem e do ensino. In: COLL, César; PALACIOS, Jesús & MARCHESI, Alvaro. **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação**. V. 2, pp. 389-406. Porto Alegre: Artes médicas, 1996.

COLOMBO, Pedro Donizete; AROCA, Silvia Calbo & SILVA, Cibelle Celestino. Daytime school guided visits to an astronomical observatory in Brazil. In: **Astronomy Education Review**, v. 9, nº 1, 2010.

COMENSAÑA-SANTALICES, Gloria & GALUÉ, Kaiuska Reys. La crisis educativa según Hannah Arendt: novedad y tradición. In: **Revista Mimesis Ciencias Humanas**. V. 23, nº 2, Universidade do sagrado Coração de Jesus, Bauru, 1982.

COMPIANI, Maurício. **As geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema “A formação do Universo”**. [Tese de Doutorado]. UNICAMP, 1996. Disponível em: <[http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1996\\_COMPIANI\\_T\\_UNICAMP.pdf](http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/1996_COMPIANI_T_UNICAMP.pdf)>. Acesso em: 19 set. 2017.

COPÉRNICO, Nicolau. **As revoluções dos orbes celestes**. Basileia: Officina Henripetrina, 1566. Tradução de Dias Gomes & Gabriel Domingues. 2ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1996.

CORREIA, Fernando Luís de Sousa. **Internet: sala de estudo virtual**. [Tese de Doutorado]. Universidade da Madeira, 2011. Disponível em: <<http://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/730/1/DoutoramentoFernandoCorreia.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

COUPER, Heather & HENBEST, Nigel. **A história da astronomia**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

COUTINHO, Clara Pereira. A qualidade da investigação educativa de natureza qualitativa: questões relativas à fidelidade e validade. **Educação Unisinos** 12, pp. 5-15, janeiro/abril, 2008. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/5291>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

CRABBLE, David. Fostering autonomy from within the classroom: The teacher's responsibility. **System**, v.21, n° 4, pp.443-52, 1993. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/223356356\\_Fostering\\_autonomy\\_from\\_within\\_the\\_classroom\\_The\\_teacher's\\_responsibility](https://www.researchgate.net/publication/223356356_Fostering_autonomy_from_within_the_classroom_The_teacher's_responsibility)>. Acesso em: 16 jul. 2018.

CROMBIE, Alistair Cameron. **Augustine to Galileo**. Massachusetts: Harvard University Press, 1980.

CUBBEREY, Ellwood. **The history of education: educational practice and progress considered as a phase of the development and spread of western civilization**. Cambridge: The Riverside Press, 2010. Disponível em: <<https://ia802702.us.archive.org/15/items/historyofeducati011713mbp/historyofeducati011713mbp.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2017.

CURRAN, Brendan. The role of the planetarium: the pre-college planetarium. In: PASACHOFF, Jay & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990.

DAAR, Jurgen Heinrich. **Historia da química, Parte1: Dos primórdios a Lavoisier**. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008.

DAUSTER, Tania. **Relativização e educação: uso da antropologia na educação**. Trabalho apresentado no XIII Encontro Anual da ANPOCS, Caxambu – MG, 1989.

DELORS, Jacques (Org.). **Learning: the treasure within – Report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century**. Paris: UNESCO Publishing, 1996. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0010/001095/109590eo.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

DELVAL, Juan. Teses sobre o construtivismo. In: RODRIGO, Maria José & ARNAY, José (Org.). **Conhecimento cotidiano, escolar e científico: representação e mudança**. São Paulo, v.1, pp. 15-35, 1998.

DEMO, Pedro. **Pesquisa e informação qualitativa: aportes metodológicos**. 5ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2012.

DIAS, João de Deus de Oliveira. **Estudos geológicos de Pernambuco**. 2ª ed. Brasil: Universidade Rural de Pernambuco/Ministério da Agricultura, 1957.

DILLENBOURG, Pierre. What do you mean by collaborative learning? In: DILLENBOURG, Pierre. (Ed.). **Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches**. Oxford: Elsevier, pp. 1-19, 1999. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190240/document>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

DINIZ, Leonardo Gabriel. **Galileu, o mensageiro das estrelas**. Sociedade Brasileira de Física, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/v1/novopion/index.php/publicacoes/artigos/466-galileu>>. Acesso em: 21 jul. 2017.

DOLL JR., William. Ghosts and the curriculum. *In*: DOLL JR., William & GOUGH, Noel. **Curriculum visions**. New York: Peter Lang, 2002. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/42976847?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/42976847?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 25 jul. 2017.

DREYER, John Luis Emil. **A history of astronomy from Thales to Kepler**. New York: Dover, 1953. Disponível em: <<http://gramediabook.com/book/?book=0486600793>>. Acesso em: 16 maio 2017.

DUKE, Betsy; HARPER, Ginger & JOHNSTON, Mark. Connectivism as a Digital Age Learning Theory. *In*: **The International HETL Review, Special Issue**. Kaplan University, USA 2013. Disponível em: <<https://www.hetl.org/wp-content/uploads/2013/09/HETLReview2013SpecialIssueArticle1.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

DURKHEIM, Emile. **A evolução pedagógica**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

DYSON, Freeman. **De Eros a Gaia**. São Paulo: Best Seller, 1992.

EINSTEIN, Albert. **Como vejo o mundo**. São Paulo: Círculo do Livro Ltda., 2015.

EISNER, Elliot & PESHKIN, Alan. **Qualitative Inquiry in Education: The Continuing Debate**. New York: Teachers College Press, 1990.

ERICKSON, Frederick. Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. *In*: WITTROCK, Merlin. **La investigación de la enseñanza**, pp.195-301. Barcelona: Paidós, 1989.

\_\_\_\_\_. **Novas tendências da pesquisa etnográfica**. Conferência proferida na Faculdade de educação da USP, 1993.

EVANS, James. **The history and practice of ancient astronomy**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

EZZY, Douglas. **Qualitative analysis: practice and innovation**. London: Routledge, 2002.

FAGIANI, Cílon César & FRANÇA, Robson Luiz. **Ética e pesquisa em educação e trabalho: algumas considerações**. Laplage em Revista (Sorocaba), vol.1, nº 2, p. 48-58, mai.-ago. 2015. Disponível em: <<http://www.laplageemrevista.ufscar.br/index.php/lpg/article/view/20/370>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

FARIA, Romildo Póvoa. **Fundamentos da Astronomia**. Campinas: Papirus, 1987.

FERRARI, Márcio. **A pedagogia começa na Grécia**. Revista Nova Escola. Edição especial, outubro de 2008. Disponível em: <<http://novaescolaclub.org.br/revistas/especiais/1022>>. Acesso em: 17 jul. 2017.

FERREIRA, António Gomes. **A difusão da escola e a afirmação da sociedade burguesa**. Revista brasileira de história da educação nº 9 jan./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.rbhe.sbhe.org.br/index.php/rbhe/article/view/185/193>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Dicionário da língua portuguesa**. Curitiba: Positivo Livros, 2013.

FERREIRA, Rosilda Arruda. **A pesquisa científica nas Ciências Sociais: caracterização e procedimentos**. Recife: UFPE, 1998.

FERRIS, Timothy. **O despertar da Via Láctea: uma história da astronomia**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

FINO, Carlos Nogueira & SOUSA, Jesus Maria. **As TIC redesenhando as fronteiras do currículo**. Revista galego-portuguesa de psicolexia e educación, nº 8, vol. 10, ano 7, 2003. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/jesusousa/Publicacoes/36AsTICredeshandoasfronteirasdocurriculo.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2017.

FINO, Carlos Nogueira. Um software educativo que suporte uma construção de conhecimento em interacção (com pares e professor). *In: Atas do 3º Simpósio de Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo* (edição em CD-ROM). Évora: Universidade de Évora, 1998. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/softedu.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. **Novas tecnologias, cognição e cultura: um estudo no primeiro ciclo do ensino básico**. [Tese de Doutoramento]. Universidade de Lisboa, 2000. Disponível em: <[http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Tese\\_Carlos\\_Nogueira\\_Fino.pdf](http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Tese_Carlos_Nogueira_Fino.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Um novo paradigma (para a escola): precisa-se**. *In: FORUMa – Jornal do Grupo de Estudos Clássicos da Universidade da Madeira*, Funchal, 2001a.

\_\_\_\_\_. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *In: Revista Portuguesa de Educação*, v. 14, nº 2, pp. 273-291, 2001b. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/11.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

\_\_\_\_\_. Escola da Pena: o emergir de uma cultura “nova”. *In: STRELA*, Albano & FERREIRA, Júlia (Org.). **Tecnologias em Educação, estudos e investigações**. Actas do X Colóquio Internacional da AFIRSE/APELF (pp. 390 – 401). Universidade de Lisboa, 2001c. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/10.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. **FAQs, a etnografia e observação participante**. Revista Europeia de Prática de Educação, nº 3, 2003. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/20.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2018.



\_\_\_\_\_. **Convergência entre a teoria de Vygotsky e o construtivismo/construcionismo.** [Versão eletrônica], 2004. Disponível em: <[http://www3.uma.pt/carlosfino/Documentos/Draft\\_Convergencia\\_Vygotsky\\_construtivismo\\_construcionismo.pdf](http://www3.uma.pt/carlosfino/Documentos/Draft_Convergencia_Vygotsky_construtivismo_construcionismo.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. O Futuro da Escola do Passado. *In*: SOUSA, Jesus Maria & FINO, Carlos Nogueira (Org.). **A Escola Sob Suspeita**. Porto: ASA, 2007.

\_\_\_\_\_. Inovação pedagógica: significado e campo (de investigação). *In*: MENDONÇA, Alice & BENTO, Antonio (Org.). **Educação em tempos de mudança**. Funchal: Grafimadeira, 2008a.

\_\_\_\_\_. A etnografia enquanto método: um modelo de entender as culturas (escolares) locais. *In*: ESCALLIER, Christine & VERISSIMO, Nelson (Orgs.). **Educação e cultura**. Funchal: DCE – Universidade da Madeira, 2008b. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/22.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

\_\_\_\_\_. Inovação e invariante (cultural). *In*: RODRIGUES, Liliane & BRASÃO, Paulo (Org.). **Políticas educativas: discursos e práticas**. Funchal: Grafimadeira, 2009.

\_\_\_\_\_. **Demolir os muros da fábrica de ensinar**. *Humanae*, v. 1, nº 4, p. 45-54, Ago. 2011. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/h-4-4carlosNogueiraFino.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Visualizar o que resta. *In*: FRAGA, Nuno & FRANÇA, Ana (Org.). **A escola restante**. Funchal: Universidade da Madeira – CIE-UMa, pp. 28-40, 2015.

FIRESTONE, William & DAWSON, Judith. **To ethnograph or not ethnograph? Varieties of qualitative research in education**. Philadelphia: Research for Better Schools, 1981.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, Filomena & MARTINS, Izabel. **Promover a aprendizagem das ciências no 1º CEB utilizando contextos de educação não formal**. *Enseñanza de las ciencias*, numero extra. VII Congresso, 2005. Disponível em: <[https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp43proapr.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp43proapr.pdf)> Acesso em: 15 set. 2017.

GALILEI, Galileu. **A mensagem das estrelas**. Rio de Janeiro: Salamandra/Museu de Astronomia, 1987.

GARTNER, Audrey & RIESSMAN, Frank. Peer-Tutoring: Toward a New Model. *In*: Clearinghouse on Teaching and Teacher Education. **ERIC Digest**, August, 1993. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED362506.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

GATTI, Bernadete. Implicações e perspectivas da pesquisa educacional no Brasil contemporâneo. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, nº 113, p. 65-81, jul. 2001.

GEERTZ, Clifford. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O que é método científico?** São Paulo: Pioneira, 1989.

GHIRALDELLI JR., Paulo. **História da educação brasileira**. São Paulo: Cortez, 2008.

GIROUX, Henry. **Teoria crítica e resistência em educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1986.

GIUSTA, Agneta. Concepções de aprendizagem e práticas pedagógicas. *In*: **Educação em revista**, v.1, pp. 24-31. Belo Horizonte, 1985.

GOHN, Maria da Glória Marcondes. **Educação não formal e cultura política**. São Paulo: Cortez, 1999.

GOODSON, Ivor. **The making of curriculum**. New York and Philadelphia: Falmer Press, 1988.

GORDAN, Joan. **Margaret Mead: the complete bibliography, 1925-1975**. The Hague: Mouton De Gruyter, 1976.

GOUVÊA, Guaracira; VALENTE, Maria Esther; CAZELLI, Sibeles & MARANDINO, Martha. **Redes Cotidianas de Conhecimentos e os Museus de Ciências, parcerias Estratégicas**. Brasília, nº 11, pp. 169-174.

GRANT, Edward. **A source book in medieval Science**. Massachusetts: Harvard University Press, 1974.

GRAUE, Maria Elizabeth & WALSH, Daniel. **Investigação etnográfica com crianças: teorias, métodos e ética**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

GUBA, Egon & LINCOLN, Yvonna. **Effective evaluation: improving the usefulness of evaluation results through responsive and naturalistic approaches**. San Francisco: Jossey-Bass, 1992.

GUEDES, Leandro. **Caminhos da astronomia no Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://astronomia.blog.br/caminhos-da-astronomia-no-brasil/#referencial>>. Acesso em: 12 jul. 2017.



GUIMARÃES, Mauro & VASCONCELOS, Maria das Mercês. **Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação.** Educar, nº 27, pp. 147-162. Curitiba: Editora UFPR, 2006.

HALL, Gene. **Ethnographers and ethnographic data, an iceberg of the first order for the research manager.** In: Annual meeting of the American Educational Research Association, Toronto, 28 de março de 1978. Disponível em: <<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED194593.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

HAMILTON, David. **Towards a theory of schooling.** New York and Philadelphia: Falmer Press, 1989.

\_\_\_\_\_. **Instruction in the making: Peter Ramus and the beginnings of modern schooling.** American Educational Research Association, Chicago, April, 2003. Disponível em: <<http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/152133.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2017.

HAMMERLEY, Martyn. **Reading Ethnographic Research: A Critical Guide.** London: Longman, 1990.

HAMMERSLEY, Martyn & ATKINSON, Paul. **Ethnography: principles in practice.** 3rd ed. London: Routledge, 2007.

HARGREAVES, Andy. **Os professores em tempos de mudança: o trabalho e a cultura dos professores na Idade Pós-Moderna.** Alfragide: McGranw-Hill, 1998.

HARRISON, Edward. **Cosmology: the science of the universe.** Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

HATANO, Giyoo. Time to merge vigotskian and constructivism conceptions of knowledge acquisition. In: FORMAN, Ellice; MINICK, Norris & STONE, Addison (Ed.). **Contexts for learning: sociocultural dynamics in children's development**, pp. 153-166. New York: Oxford University Press, 1993.

\_\_\_\_\_. A conception of knowledge acquisition and its implications for mathematics education. In: STEFF, Leslle; NESHER, Pearia; COBB, Paul; GERALD, Goldin & GREER, Brian (Ed.). **Theories of mathematical learning**, pp. 197-217. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

HEATH, Sir Thomas. **Aristarchus of Samos: the ancient Copernicus.** Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

HELLER, Agnes. **O cotidiano e a história.** 3ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1989.

HENRY, John. **A revolução científica e as origens da ciência moderna.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.

HENRIQUE, Alexandre Bagdonas & SILVA Cibelle. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: o Universo teve um começo ou sempre existiu?** VII Enpec: Encontro Nacional em Pesquisa e Educação em Ciência. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viipec/pdfs/195.pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

HERRERA, Miguel Aguirre. An astronomy course for Mexican high-school-level teachers. *In*: PASACHOFF, Jey & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990

HOBBS, Lawrence. Astronomy and prehistory. *In*: SELIN, Helaine. **Astronomy across cultures: the history of non-western astronomy**. Dordrecht: Springer, 2000.

HOFF, Derrel. History of the teaching of astronomy in American high schools. *In*: PASACHOFF, Jey & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990.

HOLEC, Henri. **Autonomy and foreign language learning**. Oxford: Pergamon, 1981.

HOLSTI, Ole. **Content Analysis for the Social Sciences and Humanities**. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1969.

HOOKER, John. **Lendo o Passado – Do Cuneiforme ao Alfabeto. A História da Escrita Antiga**. São Paulo: Melhoramentos, Coedição Edusp, 1996.

JUNKER, Buford Helmholtz. **A importância do trabalho no campo: introdução às ciências sociais**. Rio de Janeiro: Lidador Ltda., 1971.

KANIPE, Jeff. **The pillars of cosmology: a short history and assessment**. *Astrophysics and Space Science*, nº 227, pp.109-118, 1995.

KANT, Immanuel. **Opus postumum**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/341998617/Immanuel-Kant-Opus-postumum-pdf>>. Acesso em: 06 jul. 2017.

KANTOR, Carlos Aparecido. **A ciência do céu: uma proposta para o ensino médio**. [Dissertação de Mestrado]. USP, 2001. Disponível em: <[http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2001\\_KANTOR\\_D\\_USP.pdf](http://www.btdea.ufscar.br/arquivos/td/2001_KANTOR_D_USP.pdf)>. Acesso em: 03 set. 2017.

KARLSSON, Leena; KJISIK, Felicity & NORDLUND, Joan. **From here to autonomy. A Helsinki University Language Centre Autonomous Learning Project**. Helsinki: Helsinki University Press, 1997. Disponível em: <<http://www.helsinki.fi/kksc/alms/pdf/FromHeretoAutonomy.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

KENSKI, Vani Moreira. Sobre o conceito de memória. *In*: FAZENDA, Ivani. (Org.). **A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento**. Campinas: Papirus, 1997.

KOPP, Rita & HILL, Adrian. Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past? *In: International Review of Research in Open and Distance Learning*, v. 9, n° 3, 2008. Disponível em: <<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/523/1137>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

KOSCHMANN, Timothy. Computer support for collaboration and learning. *In: Journal of the learning sciences*, v. 8, pp. 495-497, 1999.

\_\_\_\_\_. Paradigm shifts and instructional technology: An introduction. *In: KOSCHMANN, Timothy (Ed.). CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ: Erlbaum, pp. 1-23, 1996.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos Galilaicos**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

\_\_\_\_\_. **Estudos de história do pensamento filosófico**. Rio de Janeiro: Forense, 2011a.

\_\_\_\_\_. **Estudos de história do pensamento científico**. Rio de Janeiro: Forense, 2011b.

KRAMER, Samuel Noah. **La Historia empieza en Sumer**. Barcelona: Orbis, 1985.

KRASILCHIK, Myriam. **Práticas de ensino de biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004.

KRUPP, Edwin Charles. **Echoes of the ancient skies: the astronomy of lost civilization**. New York: Dover, 2003.

KUHN, Thomas. **The Copernican Revolution: planetary astronomy in the development of western thought**. Eighteenth Printing. Massachusetts: Harvard University Press, 1995.

\_\_\_\_\_. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva S. A., 1996.

LANDAUER, Thomas & DUMAIS, Susan. **A solution to plato's problem: the latent semantic analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge**. [online], 1997. Disponível em <<http://lsa.colorado.edu/papers/plato/plato.annote.html>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

LANGDON, Robert John. **The Stonehenge enigma**. London: ABC Publishing Group, 2014.

LANGHI, Rodolfo & NARDI, Roberto. **Um estudo exploratório para a isenção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. *In: IX EPEF – Encontro de pesquisa em ensino de física*. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. Ensino de astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 31, nº 4, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n4/v31n4a14.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo, SP: Escrituras, 2012.

LANGHI, Rodolfo. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. [Tese de Doutorado]. Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LAPASSADE, Georges. **L' Éthnosociologie**. Paris: Méridiens Klincksieck, 1991.

\_\_\_\_\_. **La méthode ethnographique**. 1992. Disponível em: <<http://www.vadeker.net/corpus/lapassade/ethngrso.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. **As microsociologias**. Brasília: Liber livro Editora, 2005.

LATTARI, Cleiton & TREVISAN, Rute. Construindo o conhecimento do Universo a partir do indivíduo. In: **Atas do XVI Simpósio Nacional do Ensino de Física**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/\\_construindoconhecimento.trabalho.pdf](http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_construindoconhecimento.trabalho.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2017.

LEDES, Maria Isabel Nascimento. **Inovação Pedagógica no Curso de Pedagogia da Universidade de Brasília (UnB): um estudo de abordagem etnográfica**. [Tese de Doutorado]. Universidade da Madeira, 2010. Disponível em: <<http://digituma.uma.pt/bitstream/10400.13/175/1/DoutoramentoIsabelMonteiro.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

LEITE, Cristina; BRETONES, Paulo Sergio; LANGHI, Rodolfo & BISCH, Sérgio Mascarello. O ensino de astronomia no Brasil colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 1**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_1.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

LEMKE, Jay. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias**, v. 24, pp. 5-12, 2006.

LIMA SOBRINHO, Barbosa. **A verdade sobre a Revolução de Outubro de 1930**. São Paulo: Alfa-Ômega, 1975.

LIMA, Mayuni de Souza. **Arquitetura e educação**. São Paulo, Studio Nobel, 1995.

LINCON, Yonna & GUBA, Egon. **Naturalistic inquiry**. New York: Sage, 1991.

LIPPONEN, Lasse. **Exploring foundations for computer-supported collaborative learning**. Department of Psychology, University of Helsinki, 2002. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.450.3675&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

LITTLE, David. **Learner autonomy: definition, issues and problems**, V. 1. Dublin: Authentik, 1991. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/259874253\\_Learner\\_Autonomy\\_1\\_Definitions\\_Issues\\_and\\_Problems](https://www.researchgate.net/publication/259874253_Learner_Autonomy_1_Definitions_Issues_and_Problems)>. Acesso em: 15 jul. 2018.

LITTLEWOOD, William. Autonomy: an anatomy and a framework. *System*, V. 24, nº 4, pp. 427-435, 1996. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/223117493\\_Autonomy\\_An\\_anatomy\\_and\\_a\\_framework](https://www.researchgate.net/publication/223117493_Autonomy_An_anatomy_and_a_framework)>. Acesso em: 15 jul. 2018.

LOPES, Amélia. **Libertar o desejo, resgatar a inovação**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 2001.

LORENZ, Karl & VECHIA, Ariclê. O debate ciência versus humanidades no século XIX: reflexões sobre o ensino de ciências no Colégio Pedro II. In: GONÇALVES NETO, Wenceslau; MIGUEL, Maria Elisabeth Blanck & FERREIRA NETO, Amarílio (Org.). **Práticas escolares e processos educativos: currículo, disciplina e instituições escolares**. Vitória: EDUFES, 2011.

LORENZ, Karl. **Ciência, educação e livros didáticos do século XIX: os compêndios das ciências naturais do Colégio Pedro II**. Uberlândia: EDUFU, 2010.

LÜDKE, Menga & ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2ª ed. São Paulo: EPU, 2013.

MACEDO, Roberto Sidnei. **Por uma epistemologia complexa e multirreferencial nos maiores educacionais**. Revista FAEEBA, nº 7, pp. 23-38, 1998.

\_\_\_\_\_. **A etnopesquisa crítica e multirreferencial nas ciências humanas e na educação**. Salvador: EDUFBA, 2000.

\_\_\_\_\_. **Etnopesquisa crítica, etnopesquisa-formação**. Brasília: Liber Livro Editora, 2010.

MAIA, Marcos. Gravitação e cosmologia. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 2**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_2.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_2.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2017.

MANACORDA, Mário Alighiero. **História da Educação: da Antiguidade aos nossos dias**. São Paulo: Cortez, 2002.

MANZINE, Eduardo José. **Considerações sobre a transcrição de entrevistas**. Marília: [documento on line], 2008. Disponível em: <[http://www.oneesp.ufscar.br/texto\\_orientacao\\_transcricao\\_entrevista](http://www.oneesp.ufscar.br/texto_orientacao_transcricao_entrevista)>. Acesso em: 10 maio 2018.

\_\_\_\_\_. Considerações sobre a entrevista para pesquisa em educação especial: um estudo sobre análise de dados. In: JESUS, Denise Meyrelles; BAPTISTA, Claudio Roberto & VICTOR, Sonia Lopes (Org.). **Pesquisa e educação especial: mapeando produções**. Vitória: EDUFES, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/776/1/livro%20edufes%20Pesquisa%20e%20Educacao%20Especial%20Mapeando%20producoes.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2018.

MARCONI, Marina de Andrade & LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 8ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARINHO, Simão Pedro. Redes sociais virtuais. Terão elas espaço na escola? In: DALBEN, Ângela Imaculada Loureiro de Freitas; PEREIRA, Júlio Emilio Diniz; LEAL, Leiva de Figueiredo Viana & SANTOS, Lucíola Licínio de Castro. **Convergências e tensões no campo da formação do trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, pp. 197-213, 2010.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O Universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Moderna, 1994.

\_\_\_\_\_. **A origem histórica da Relatividade Especial**. São Paulo: Ed Livraria da Física, 2015.

MATE, Cecília Hanna. **Tempos modernosa na escola: os anos 30 e a racionalização da educação brasileira**. Bauru: EDUFES, 2002.

MATISUURA, Oscar Toshiaki. Instituições não formais e a astronomia no nível médio. In: **Atas do VIII EBEA (Encontro Brasileiro para o Ensino de Astronomia), conferência de encerramento**. São Paulo, 2004.

\_\_\_\_\_. Brasil holandês – Um observatório de ponta no Novo Mundo. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 1**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_1.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

MATTEWS, Roberta; COOPER, James; DAVIDSON, Neil & HAWKES, Peter. Building Bridges between Cooperative and Collaborative Learning. **Change**, vol. 27, nº. 4, pp. 34-40, 1995. Disponível em: <<http://bgillmayberry.webs.com/Building%20Bridges.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

MATTOS, Carmem Lúcia Guimarães de & FACION, José Raimundo. Exclusão: uma metacategoria nos estudos sobre educação. In: FACION José Raimundo (Org.). **Inclusão escolar e suas implicações**. 2ª ed. Curitiba: IBPEX, 2008.



MATTOS, Carmem Lúcia Guimarães de. A abordagem etnográfica na investigação científica. pp. 49-83. In: MATTOS, Carmem Lúcia Guimarães de & CASTRO, Paula Almeida de (Org.). **Etnografia e educação: conceitos e usos** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011a. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/8fcfr/pdf/mattos-9788578791902.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

\_\_\_\_\_. Estudos etnográficos da educação: uma revisão de tendências no Brasil. pp. 25-48. In: MATTOS, Carmem Lúcia Guimarães de & CASTRO, Paula Almeida de (Org.). **Etnografia e educação: conceitos e usos** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011b. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/8fcfr/pdf/mattos-9788578791902.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

McLUHAN, Marshall. **Os meios de comunicação como extensão do homem**. São Paulo: Cultrix, 1974.

MENEZES, Luís Carlos de (Org.). **Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano**. São Paulo: NUPEX, 1996.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec Editora, 2014.

MINOGUE, Kenneth. **O Conceito de universidade**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1981.

MOORE, Patrick. The popularization of astronomy. In: PASACHOFF, Jey & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990.

MORAES, Abrahão de. A astronomia no Brasil. In: AZEVEDO, Fernando de (Org.). **As ciências no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994.

\_\_\_\_\_. **O paradigma educacional emergente**. Campinas: Papirus, 1997.

MORAN, José Manuel. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e temáticas. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos & BEHRENS, Marilda Aparecida (Orgs.). **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 7ª ed. Campinas: Papirus, 2000.

MOREIRA, Marco Antonio & MASINI, Elcie Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes Ltda., 1981.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em ensino de ciências**, v. 7, ano 1, pp. 7-29, 2002.

\_\_\_\_\_. **¿Al final, qué es aprendizaje significativo?** Revista *Qurriculum*, nº 25, pp. 29-56, março 2012. Disponível em: <<http://publica.webs.ull.es/upload/REV%20QURRICULUM/25%20-%202012/02.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

MORIN, Edgar. **Science avec conscience**. Paris: Éditions du Seuil, 1990.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. **Copérnico: pioneiro da revolução astronômica**. São Paulo: Odysseus Editora, 2003a.

\_\_\_\_\_. **Kepler: a descoberta das leis do movimento planetário**. Rio de Janeiro: Editora Odysseus, 2003b.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. Popularização do conhecimento científico. **DataGramaZero: Revista de Ciência da Informação**, v. 3, n. 2, abr. 2002. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/990>>. Acesso em: 20 set. 2017.

NAKAMURA; Cristiane Carlis; FORTUNATO; Josiane; ROSA, Lúcia Maria; MARÇAL, Rodrigo; PEREIRA, Thais & BARBOSA, Daniel Freitas. Motivação no trabalho. **Maringa Management: Revista de Ciências Empresariais**, V. 2, nº 1, pp. 20-25, jan./jun., 2005. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/salaEstudo/materiais/p521d5103/material5.pdf>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

NAPOLÊÃO, Tasso Augusto. Dos tempos do Império aos observatórios robóticos. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 2**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_2.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_2.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2017.

NASCENTES, Antenor. **Dicionário etimológico da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro, 1955. Disponível em: <<https://archive.org/details/AntenorNascentesDicionarioEtimologicoDaLinguaPortuguesaTomoi>>. Acesso em: 13 jul. 2018.

NASCIMENTO, Cícero Roberto Salustriano do. **A produção de poesia popular como prática pedagógica inovadora: um estudo de caso**. [Dissertação de Mestrado]. Universidade da Madeira, Funchal, 2015. Disponível em: <<http://digituma.uma.pt/handle/10400.13/893>>. Acesso em: 03 out. 2017.

NEUGEBAUER, Otto. **Astronomy and history: selected essays**. New York: Springer-Verlag, 1983.

NEUMANN, Hans-Ludwing. Astronomy and Astrophysics in the curricula of the German gymnasium. In: PASACHOFF, Jey & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990.

NEWTON, Isaac. **Princípios matemáticos da filosofia natural**. São Paulo: Nova Cultura, 1991a.

\_\_\_\_\_. **Óptica**. São Paulo: Nova Cultura, 1991b.

NUNAN, David. **Research methods in language learning**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

NUNES, Rui Afonso da Costa. **História da educação na Idade Média**. São Paulo: EPU, 1979.



OKADA, Alexandra. **Ambientes Emergentes para coaprender e co-investigar em rede**. E-Book VIII International Conference of ICT in Education – Challenges, Minho, Portugal, 2013. Disponível em: <<http://oer.kmi.open.ac.uk/wp-content/uploads/2013/07/OKADACHallenges2013JUL.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Como fazer projetos, dissertações e teses**. Recife: Edições Bagaço, 2003.

OLIVEIRA, Renato da Silva. **Astronomia no ensino fundamental**. 1997. Disponível em: <[http://www.asterdomus.com.br/Artigo\\_astronomia\\_no\\_ensino\\_fundamental.htm](http://www.asterdomus.com.br/Artigo_astronomia_no_ensino_fundamental.htm)>. Acesso em: 19 set. 2017.

OSTERMANN, Fernanda & CAVALCANTI, Claudio José de Holanda. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf – UFRGS, 2011.

PAIS, Abraham. **Subtle in the lord: the science end life of Albert Einstein**. Oxford: Oxford University Press, 1982.

PAIVA, Vera Lúcia Menezes de Oliveira. Autonomia e complexidade. *Linguagem & Ensino*, V. 9, nº 1, pp. 77-127, 2006. Disponível em: <<http://www.rle.ucpel.tche.br/index.php/rle/article/view/176/143>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

PALLOFF, Rena & PRANT, Keith. **Building learning communities in cyberspace: Effective strategies for the online classroom**. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1999.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children, computers and powerful ideas**. New York: Basic Books, Inc. Publishers, 1980.

\_\_\_\_\_. Introduction. *In*: HAREL, Idit (Ed.). **Constructionist learning**. Cambridge: MIT Media Laboratory, 1990.

\_\_\_\_\_. Situating constructionism. *In*: HAREL, Idit & PAPERT, Seymour (Ed.). **Constructionism**. (pp. 1-12). Norwood NJ: Ablex Publishing, 1991.

\_\_\_\_\_. **The children's machine: Rethinking schools in the age of computer**. New York: Basic Books, 1993.

\_\_\_\_\_. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

\_\_\_\_\_. **A Família em Rede**. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 1997.

PATTON, Michael Quinn. **Qualitative research and evaluation methods**. Thousand Oaks: Sage, 2002.

PERRNOUD, Philippe. **Novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PESTELLINI, Maria Elena Dilaghi. The didactic activities of the Italian Astronomical Society. *In*: PASACHOFF, Jey & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990.

PFISTER, Hans-Rüdiger; WASSNER, Martin; BECK-WILSON, Jennifer; MIAO, Yongwu & ATEINMETZ, Ralf. **Rooms, protocols, and nets: metaphors for computer supported cooperative learning of distributed groups**. [online], 1998. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.89.9798&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 16 dez. 2017.

PIAGET, Jean. **O desenvolvimento do pensamento: equilibração das estruturas cognitivas**. Lisboa: Editora Dom Quixote, 1977.

\_\_\_\_\_. **Epistemologia genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

\_\_\_\_\_. **Psicologia e pedagogia**. 10ª ed. São Paulo: Editora Forense Universitária, 2010.

\_\_\_\_\_. **A psicologia da inteligência**. Petrópolis: Editora Vozes, 2013.

\_\_\_\_\_. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: Editora José Olympo, 2015.

PILETTI, Nelson. **História da educação no Brasil**. São Paulo: Ática, 1996.

PINTO, Miguel; TEDESCO, Juan Carlos; PAIS, José machado & RELVAS, Ana Paula. **As pessoas que moram nos alunos**. Porto: Edições ASA, 2000.

PINTRICH, Paul. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. **Journal of Educational Psychology**, V. 95, nº 4, pp. 667-686, 2003. Disponível em: [https://ueeval.ucr.edu/teaching\\_practices\\_inventory/Pintrich\\_2003.pdf](https://ueeval.ucr.edu/teaching_practices_inventory/Pintrich_2003.pdf) >. Acesso em: 30 jun. 2018.

PLATÃO. **A República**. São Paulo: Martin Claret, 2000.

POPPER, Karl. **O futuro está aberto**. Editorial Fragmentos: Curitiba, 1990.

PRENSKY, Marc. **Digital natives and digital immigrants**. From On the Horizon: NCB University Press, vol. 9, nº. 5, October 2001. Disponível em: <https://edorigami.wikispaces.com/file/view/PRENSKY+-+DIGITAL+NATIVES+AND+IMMIGRANTS+1.PDF>>. Acesso em: 04 out. 2017.

PTOLOMEU, Cláudio. **Ptolemy's Almagest**. London: Gerald Duckworth & Co. Ltd., 1984.

QUEIROZ, Maria Isaura Pereira. **Variações sobre a técnica do gravador no registro da informação viva**. 2ª ed. São Paulo: CERVE/FFLCH/USP, 1983.

QUIVY, Raymond & CAMPENHOUDT, Luc Van. **Manual de investigação em ciências sociais**. Lisboa: Gradiva, 2005.

RÉGNIER, Edna Martha. Educação/formação profissional: para além dos novos paradigmas. **Boletim técnico do SENAC nº 21**. Rio de Janeiro, jan.-fev., 1995.

RESNICK, Lauren. Constructing knowledge in school. *In*: Lynn S. Liben (Ed.). **Development and learning: conflict or congruence?** (pp. 19-50). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1987.

RIBEIRO, Filomena. Motivação e aprendizagem em contexto escolar. **PROFFORMA**, nº 3, junho, 2011. Disponível em: <[http://cefopna.edu.pt/revista/revista\\_03/pdf\\_03/es\\_05\\_03.pdf](http://cefopna.edu.pt/revista/revista_03/pdf_03/es_05_03.pdf)>. Acesso em 28 jun. 2018.

RIOS, Terezinha Azerêdo. **Ética e competência**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1994.

ROCKWELL, Elsie & EZQUELETA, Justa. **A escola: relato de um processo inacabado de construção**. Currículo sem Fronteiras, v.7, n.2, pp.131-147, Jul/Dez 2007. Disponível em: <<http://www.curriculosemfronteiras.org/vol7iss2articles/rockwell-ezpeleta.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

ROJAS, Juana Eugenia Arias. O indivisível e o divisível na história oral. *In*: MARTINELLI, Maria Lucia (Org.). **Pesquisa qualitativa: um instigante desafio**, pp. 87-94. São Paulo: Veras, 1999.

ROMANELLI, Otaíza de Oliveira. **História da educação no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 2003.

RUGGLES, Clive. **Ancient astronomy: an encyclopedia of cosmologies and myth**. Santa Barbara: ABC-Clio, 2005.

RUSSEL, John Lewis. **Kepler's laws of planetary motion: 1609-1666**. The British Journal of the History of Science, v. 2, nº 1, pp. 1-24, 1964. Disponível em: <[https://www.jstor.org/stable/4025081?seq=1#page\\_scan\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/4025081?seq=1#page_scan_tab_contents)>. Acesso em: 29 jun. 2017.

SACRISTÁN, Jose Gimeno. **La pedagogía por objetivos: obsesión por la eficiencia**. Madrid: Ediciones Morata, 2002.

\_\_\_\_\_. **A educação que ainda é possível: ensaios sobre uma cultura para a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SADLER, Peter & LUZADER, William. Science Teaching Through its Astronomical Roots. In: PASACHOFF, Jey & PERCY, John (Org.). **The teaching of astronomy**. Cambridge: University Press, 1990. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/234257831\\_Science\\_Teaching\\_Through\\_its\\_Astronomical\\_Roots?enrichId=rgreq-c0586aea0a46034cbd110dd8aa7c6082-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNDI1Nzg5MTtBUzoxMDE2MDA5ODcxODkyNTZAMTQwMTIzNDk3MTkyOQ%3D%3D&el=1\\_x\\_2&esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/234257831_Science_Teaching_Through_its_Astronomical_Roots?enrichId=rgreq-c0586aea0a46034cbd110dd8aa7c6082-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzIzNDI1Nzg5MTtBUzoxMDE2MDA5ODcxODkyNTZAMTQwMTIzNDk3MTkyOQ%3D%3D&el=1_x_2&esc=publicationCoverPdf)>. Acesso em: 22 ago. 2017.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **O curriculum oculto**. Porto: Porto Editora, 1995.

SANTOS, Paulo Marques dos. O instituto astronômico e geofísico da USP e seu departamento de astronomia: breve retrospectiva histórica. **Boletim da sociedade astronômica brasileira**, v. 7, nº 2, pp. 3-9, 1984.

\_\_\_\_\_. A radioastronomia na aurora da modernização da astronomia brasileira. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 2**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_2.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_2.pdf)>. Acesso em: 16 jul. 2017.

SAVIANI, Dermeval. Concepções de dissertação de mestrado centrada na ideia de monografia de base. **Educação Brasileira**, nº 13, pp. 159-168. Brasília, 1991.

SCHIAPARELLI, Giovanni Virginio. **Scritti sulla storia della astronomia antica, Tomo I. Astronomia dell'antico oriente**. Milano: Mimesis. Edizione elettronica del: 2010a. Disponível em: <[www.liberliber.it/mediateca/libri/s/schiaparelli/scritti\\_sulla\\_storia\\_1/pdf/schiaparelli\\_scritti\\_1.pdf](http://www.liberliber.it/mediateca/libri/s/schiaparelli/scritti_sulla_storia_1/pdf/schiaparelli_scritti_1.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2017.

\_\_\_\_\_. **Scritti sulla storia della astronomia antica, Tomo II. Astronomia dei Greci**. Milano: Mimesis. Edizione elettronica del: 2010b. Disponível em: <[https://www.liberliber.it/mediateca/libri/s/schiaparelli/scritti\\_sulla\\_storia\\_2/pdf/schiaparelli\\_scritti\\_2.pdf](https://www.liberliber.it/mediateca/libri/s/schiaparelli/scritti_sulla_storia_2/pdf/schiaparelli_scritti_2.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2017.

SCHIVANI, Milton Thiago. **Educação não formal no processo de ensino e difusão da Astronomia: ações e papéis dos clubes e associações de astrônomos amadores**. [Dissertação de Mestrado]. USP, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-27092010-095727/pt-br.php>>. Acesso em: 19 set. 2017.

SCHLECHTY, Phillip. **Schools for the twenty-first century**. San Francisco: Jossey-Bass, 1990.

SCHULTZ, Duane & SCHULTZ, Sydney. **História da psicologia moderna**. São Paulo: Cultrix, 2009.

SEFFNER, Fernando. **Da reforma a contrarreforma: o cristianismo em crise**. São Paulo: Atual, 1993.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Pós-graduação e pesquisa: o processo de produção e de sistematização do conhecimento no campo educacional**. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 9, nº 26, p. 13-27, jan./abr. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/viewFile/3640/3556>>. Acesso em: 28 mar. 2018.

SIDEWALK ASTRONOMERS. **About the Sidewalk Astronomers**. San Francisco, 2016. Disponível em: <<http://www.sidewalkastronomers.us/id1.html>>. Acesso em: 16 set. 2017.

SIEMENS, George. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. In: **International Journal of Instructional technology & Distance learning**, v. 2, nº 1, January 2005. Disponível em: <[http://itdl.org/Journal/Jan\\_05/index.htm](http://itdl.org/Journal/Jan_05/index.htm)>. Acesso: 19 dez. 2017.

SILVA, Gil Alves. Astronomia do descobrimento. In: MATISUURA, Oscar Toshiaki (Org.). **História da astronomia no Brasil, Volume 1**. Recife: Companhia Editorial de Pernambuco – Cepe, 2013. Disponível em: <[http://site.mast.br/HAB2013/historia\\_astronomia\\_1.pdf](http://site.mast.br/HAB2013/historia_astronomia_1.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2017.

SMITH, Louis. Ethics, field studies and the paradigm crisis. In: CUBA, Egon (Ed.). **The paradigm dialog**. Newbury Park: Sage, 1990.

SOARES, Domingos. **O efeito Hubble**. Departamento de Física, ICEx, UFMG. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.fisica.ufmg.br/dsoares/ensino/efhub.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2017.

SOUSA, Jesus Maria & FINO, Carlos Nogueira. As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educativo. In: **Actas do VI Congresso Galaico-português de psicopedagogia**. Volume I (pp. 371-381). Braga: Universidade do Minho, 2001. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/jesussousa/Publicacoes/23AsTICabrindocaminhoaumnovoparadigmaeducacional.PDF>>. Acesso em: 18 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. O pecado original do currículo. In: **Atas do XII Congresso da SPCE** (pp. 1267-1275). Vila Real: UTAD, 2014. Disponível em: <[http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/O\\_pecado\\_original\\_do\\_curriculo.pdf](http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/O_pecado_original_do_curriculo.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2016.

SOUSA, Jesus Maria. **O olhar etnográfico da escola perante a diversidade cultural**. PSI (Revista de Psicologia Social e Institucional), 2000a. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/jesussousa/Publicacoes/15Oolharetnograficodaescolaperanteadiversidadecultural.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **O professor como pessoa: a dimensão pessoal na formação de professores**. Porto: Editora Asa, 2000b.

\_\_\_\_\_. As dinâmicas do global e do Particular: dilema do currículo. *In*: Fernandes Margarida (Org.) **O particular e o global no virar do milênio: cruzar saberes em educação**. Lisboa: Edições Colibri/Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 2002.

\_\_\_\_\_. **Educação: textos de intervenção**. Funchal: O Liberal, 2004.

SOUZA, Rosa Fátima. **História da organização do trabalho e do currículo no século XX: ensino primário e secundário no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2008.

SPRADLEY, James. **The ethnographic interview**. New York: Rinehart and Winston, 1979.

STAKE, Robert. **The art of progressive focusing**. Trabalho apresentado no Encontro Anual da AERA, Los Angeles, 1981. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/234627658\\_The\\_Art\\_of\\_Progressive\\_Focusing](https://www.researchgate.net/publication/234627658_The_Art_of_Progressive_Focusing)>. Acesso em: 12 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **The art of case study research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1995.

\_\_\_\_\_. **Qualitative research: studying how things work**. New York: The Guilford Press, 2010.

STEPHENSON, Bruce. **Kepler's physical astronomy**. New York: Springer-Verlag, 1987.

THOMAS, William Isaac. The Definition of the Situation. *In*: THOMAS, William Isaac. **The Unadjusted Girl**. New York: Little, Brown & Co, 1923.

TOFFLER, Alvin. **O choque do futuro**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Editora Artenova, 1973.

\_\_\_\_\_. **A terceira onda: a morte do industrialismo e o nascimento de uma nova civilização**. 15ª ed. Rio de Janeiro: Itatiaia, 1980.

TUCKMAN, Bruce. **Manual de investigação em educação**. 4ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

TYSON, Neil deGrasse. **Origens: catorze bilhões de anos de evolução cósmica**. São Paulo: Planeta do Brasil, 2015.

VALEIRO, Palmira Moriconi & PINHEIRO, Lena Vania Ribeiro. **Da comunicação científica à divulgação**. Transinformação [online], vol.20, n.2, pp.159-169, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-37862008000200004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-37862008000200004&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 20 set. 2017.

VALENTE, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. *In*: VALENTE, José Armando (Org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 1ª Ed. Campinas: NED – Unicamp, 1993.

VARELLA, Péricles Gomes; VERMELHO, Sônia Cristina; HESKETH, Camile Golçalves & SILVA, Ana Carolina Castelli. **Aprendizagem Colaborativa em ambientes virtuais de aprendizagem: a experiência inédita da PUC-PR**. Revista Diálogo Educacional, v. 3, nº 6, pp. 11-27, maio/agosto, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/dialogoeducacional/article/view/4804>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

VASCONCELOS, Teresa Maria Sena. **Ao redor da mesa grande: a prática educativa de Ana**. Porto: Porto Editora, 1997.

\_\_\_\_\_. **Para onde vai o professor? Resgate do professor como sujeito de transformação**. 10ª ed. São Paulo: Libertad, 2003.

\_\_\_\_\_. **O que realmente significa a palavra “inovação”?** Maio de 2009. Disponível em: <<http://eduardovasconcelos.wordpress.com/>>. Acesso em: 12 out. 2017.

VÁZQUEZ, Adolfo Sánchez. **Ética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017.

VEIGA NETO, Alfredo José da. Currículo e interdisciplinaridade. In: MOREIRA, Antonio Flávio (Org.). **Currículo: questões atuais**. Campinas: papirus, 1997.

VEIGA, Cíntia Greive. **História da educação**. São Paulo: Ática, 2007.

VERDET, Jean-Pierre. **Uma história da astronomia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1991.

VERHAGEN, Bijdrage van Pløn. **Connectivism: a new learning theory?** [online], 2006. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/88324962/Connectivism-a-New-Learning-Theory>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. De imperial a nacional: breves comentários sobre a presença da astrofísica no observatório. **Boletim da sociedade astronômica brasileira**, v. 16, nº 3, pp. 10-23, 1997.

VLASTOS, Gregory. **Plato's Universe**. Las Vegas: Parmenides Publishing, 2005.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch & LURIA, Alexander Romanovich. **Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VYGOTSKY, Lev Semenovitch; LURIA, Alexander Romanovich & LEONTIEV, Aleksei Nikolaievich. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone, 2001.

\_\_\_\_\_. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pensamento e linguagem**. 4ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WAX, Rosalie. **Doing fieldwork: warning and advice**. Chicago: University of Chicago Press, 1971.

WERTSCH, James. Forword. *In*: VYGOTSKY, Lev & LURIA, Alexander Romanovich. **Studies on the History of Behavior: Ape, Primitive, and Child**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, pp. ix-xiii, 1993.

\_\_\_\_\_. A voz de uma racionalização em uma abordagem sociocultural da mente. *In*: MOLL, Luis (Org.). **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

WESTFALL, Richard. **A construção da ciência moderna: mecanismos e mecânica**. Porto: Porto Editora, 2001.

WOLCOTT, Harry. **Criteria for an ethnographic approach to research in education**. Human Organization. Nº 34, pp. 111-128, 1975.

\_\_\_\_\_. On seeking and rejecting: validity in qualitative research, pp. 121-152. *In*: EISNER, Elliot & PESNKIM Alan (Eds). **Qualitative inquiry in education: the continuing debate**. New York: Teachers College Press, 1990.

WOODS, Peter. **Inside school ethnography in educational research**. Taylor & Francis e-Library, 2005.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.



## **ÍNDICE DO CONTEÚDO EM CD**

### ARQUIVO 1 – APÊNDICES

APÊNDICE A – Pedido de autorização ao diretor da unidade escolar

APÊNDICE B – Modelo de termo de autorização para os participantes da pesquisa

APÊNDICE C – Áudios das entrevistas

APÊNDICE D – Transcrições das entrevistas

APÊNDICE E – Diário de campo

APÊNDICE F – Registros fotográficos

### ARQUIVO 2 – ANEXOS

ANEXO 1 – Autorização do diretor para a realização da pesquisa

ANEXO 2 – Autorização do orientador do Clube de Astronomia

ANEXO 3 – Autorização dos aprendizes do Clube de Astronomia

ANEXO 4 – Regimento Interno do Clube de Astronomia Vega

### ARQUIVO 3 – TESE (versão eletrônica em pdf)